

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-200321

(43)Date of publication of application : 18.07.2000

(51)Int.Cl. G06K 7/10

(21)Application number : 11-357901

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 16.12.1999

(72)Inventor : MA YUE  
KANAI JUNICHI

(30)Priority

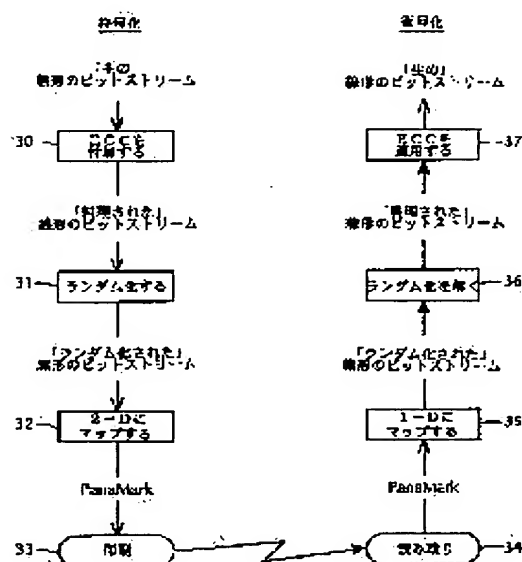
Priority number : 98 212243 Priority date : 16.12.1998 Priority country : US

## (54) METHOD FOR DETECTING PLACE OF TWO-DIMENSIONAL BAR CODE AND READING SAME

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a method for decoding information which has no printed border and free of a lock and digitally encoded in two-dimensional bar code form by reading binary data out of a bit map and generating a linear array of digital data, making the linear array nonrandom, and generating digital representation.

**SOLUTION:** Input data in linear bit stream form are processed, an error correction code(ECC) based upon a standard block base is added (30), and the data are randomized (31) and mapped from the linear bit stream to two-dimensional representation, i.e., a two-dimensional bar code (32), which is finally printed (33). In a decoding process, those two-dimensional bar codes are read out (34), mapped from the two-dimensional representation to the linear representation (35), and made nonrandom (36); and ECC is applied finally (37), and a 'raw' linear bit stream is regenerated.



\* NOTICES \*

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the form of the low showing the encoded data bit of a data pixel, and the bit map of a column While being the approach of decoding the randomized information by which it was printed on the medium which human being can read, each of said data pixel being either of the 1st or 2nd color and said bit map's having fixed size In order that it may be surrounded by the external field of the pixel of a uniform color substantially [ fixed ] and said approach may digitize the :aforementioned bit map The step which formats into the gray scale display of the pixel base the step; aforementioned bit map which scans the medium which said human being can read; The level of the reinforcement of the threshold based on said gray scale display is set up. By changing into the 1st level or 2nd level which depends for a pixel on the relation to said threshold The binary display of said pixel base is crossed for an aperture. The step which changes the gray scale display of said pixel base into the binary display of the pixel base; by the fixed pattern In a step-mode, make it move and the part of said display surrounded by said aperture at each step is examined. Supposing it judges and said part suits the property beyond said 1 or it of said bit map, whether said part suits the property beyond 1 or it of said bit map By setting up the boundary of a candidate field as a boundary of said aperture The step which judges the skew include angle of said digitized bit map in the step; aforementioned candidate field which carries out location detection of the low of said candidate field to said digitized bit map, and the boundary of a column; The skew correction of said digitized bit map is made. The step which reduces a skew include angle to zero substantially and which makes skew correction; Binary data is read from said digitized bit map. The read-out step which generates the one-dimensional array of digital data; The error correction of the one-dimensional array of digital data which had step; and randomization which dispel randomization of the one-dimensional array of said digital data dispelled is carried out. The approach containing a step of generating the digital display of the encoded information which does not have an error substantially.

[Claim 2] The core region corresponding to [ are the approach of claim 1 and ] said fixed size of said bit map in said aperture of said step which carries out location detection, It has the monotonous field corresponding to said external field, and said thing [ examining ] examines separately the part of said display surrounded by said core region and said monotonous field, The approach by which the boundary of said candidate field is set as the boundary of said core region, including judging whether said part suits the property beyond each 1 or it of said bit map and said external field.

[Claim 3] An approach including judging whether it is the approach of claim 2 and the consistency of the pixel of said 1st color in said part of said display said thing [ examining ] is surrounded by said whose core region in said core region, or said 2nd color is fixed within the limits.

[Claim 4] An approach including judging whether it is the approach of claim 2 and the consistency of the pixel of the 1st color in said part of said display said thing [ examining ] is surrounded by said whose monotonous field in said monotonous field, or the 2nd color is fixed within the limits.

[Claim 5] The approach said step which carries out location detection contains the step which is the approach of claim 1 and the addition with which said candidate field is further mown in this step, and the dimension of said mown candidate field is compared with said fixed size of said bit map examines.

[Claim 6] The approach said step to scan, said step to format, and said step to change calculate said bit map, and information besides the above, including the information further on others [ medium / which is the approach of claim 1 and said printed human being can read ].

[Claim 7] Are the approach of claim 1 and the step which judges said skew include angle uses a finite state recognition machine. Location detection of the horizontal or vertical edge in said bit map is carried out.; The Howe conversion is used. Calculating-coordinate showing said horizontal or vertical edge of horizontal or vertical line in said bit map; and said skew include angle The coordinate of said horizontal or vertical line in said bit map, An approach including calculating as an include angle between the vertical line showing the column of the pixel in the horizontal line showing the low of the pixel in said candidate field, or said candidate field, and \*\*.

[Claim 8] The approach as which it is the approach of claim 7, said candidate field is divided into two or more horizontal and/or vertical fields, and a preliminary skew include angle is calculated about each of the horizontal and/or vertical field of said plurality, and said skew include angle is chosen from said preliminary skew include angle (plurality) by the way of vote.

[Claim 9] The approach of claim 8 that the way of said vote chooses the median of said preliminary skew include angle.

[Claim 10] The approach of claim 8 that the way of said vote chooses the average of said preliminary skew include angle.

[Claim 11] The approach are the approach of claim 1 and step; which drops the resolution of a binary display of said pixel base, and said step which carries out location detection contain further the step which extracts said candidate field in the resolution of the original copy of a binary display of said pixel base by the fixed factor in advance of said step which carries out location detection.

[Claim 12] The approach are the approach of claim 1 and said step which carries out location detection moves said aperture by said changed fixed pattern of a display which crosses one fixed part at least.

[Claim 13] How to move [ are the approach of claim 12 and said fixed pattern moves along with a low, and leaves the low of the center of said changed display, and / move to 1 low lower part from it repeatedly, and ] to it, respectively until the 1st a low and last low of said changed display reaches to 1 low upper part.

[Claim 14] said -- at least -- one fixed part -- the approach of claim 12 of said changed display which consists of one corner at least.

[Claim 15] The approach of claim 1 which contains further the step which mows said digitized bit map after said step which makes skew correction.

[Claim 16] In the form of the low showing the encoded data bit of a data pixel, and the bit map of a column It is the approach of decoding the randomized information by which it was printed on the medium which human being can read. Each of said data pixel is either of the 1st or 2nd color, and said bit map has fixed size. And in order that it may be surrounded by the external field of the pixel of a uniform color substantially [ fixed ] and said approach may digitize said bit map The step which formats into the gray scale display of the pixel base the step; aforementioned bit map which scans the medium which said human being can read; The level of a threshold on the strength is set up based on said gray scale display. And by being larger than said threshold, or changing a pixel equal to this into the 1st level, and changing a pixel smaller than said threshold into the 2nd level Change the gray scale display of said pixel base into the binary display of the pixel base. step; -- the horizontal or vertical edge in said bit map with carrying out location detection using the step; finite state recognition machine which carries out location detection of the low of a candidate field of said digitized bit map, and the boundary of a column The coordinate of the horizontal or vertical line in

said bit map which expresses said horizontal or vertical edge using the Howe conversion is calculated, Said skew include angle And the coordinate of said horizontal or vertical line in said bit map, It resembles calculating as an include angle between the vertical line showing the column of the pixel in the horizontal line showing the low of the pixel in said candidate field, or said candidate field, and \*\*. More The step which judges the skew include angle of said digitized bit map in said candidate field; so that a skew include angle may be substantially reduced by zero The step which makes the skew correction of said digitized bit map; in order to generate the one-dimensional array of digital data The step which reads binary data from said digitized bit map; in order to generate the digital display of step; which dispels randomization of the one-dimensional array of said digital data, and the encoded information which does not have an error substantially The approach containing the step which carries out the error correction of the one-dimensional array of digital data which had randomization dispelled.

[Claim 17] It is the approach of claim 16 and said step which carries out location detection crosses the binary display of said pixel base for an aperture. By the fixed pattern In a step-mode, make it move and the part of said display surrounded by said aperture at each step is examined. How to contain what the boundary of said candidate field is set up for as a boundary of said aperture, supposing it judges whether said part suits the property beyond 1 or it of said bit map and said part suits the property beyond said 1 or it of said bit map.

[Claim 18] The approach are the approach of claim 16 and; and said step which carries out location detection extract said candidate field in the resolution of the original copy of a binary display of said pixel base further in advance of said step which carries out location detection including the step on which the resolution of a binary display of said pixel base is dropped by the fixed factor.

[Claim 19] The approach of claim 16 which contains further the step which mows said digitized bit map after said step which makes skew correction.

[Claim 20] It is the approach of carrying out location detection of the two-dimensional bar code in the scanned binary image. By the fixed pattern In a step-mode, said image is crossed and an aperture is moved.; at each step In order to judge, whether said part suits the property beyond 1 or it of said two-dimensional bar code How to include \*\*; which examines the part of said image surrounded by said aperture, and setting up the boundary of said digitized bit map as a boundary of said aperture, supposing said part suits the property beyond said 1 or it of said two-dimensional bar code.

[Claim 21] Are the approach of judging the skew include angle of the two-dimensional bar code in the candidate field of the scanned binary image, and a finite state recognition machine is used. The step which carries out location detection of the horizontal or vertical edge in said two-dimensional bar code; The Howe conversion is used. Step; showing said horizontal or vertical edge which calculates the coordinate of the horizontal or vertical line in said two-dimensional bar code, and said skew include angle The coordinate of said horizontal or vertical line in said two-dimensional bar code, The approach containing the vertical line showing the column of the pixel in the horizontal line showing the low of the pixel in said candidate field, or said candidate field, and the step calculated as an include angle between \*\*s.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP I are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Field invention of invention relates to an approach to have been improved for carrying out location detection of the two-dimensional bar code printed in the image generally (locate), and reading.

[0002]

[Description of the Prior Art] the background of invention -- the important role which is cheap as for paper or other print media, and increases increasingly as a means for the communication link with it against the often heard prediction that we come to live in "society without paper" on the day of when is played. [ it is efficient and convenient ] However, the fundamental constraint about paper is that it is a format of only an output at present from the position of a computer. Although paper will be a desirable medium for displaying information for human being using it, once it is printed, though it is not impossible, it is difficult [ it ] to recover data with dependability for a computer. Although it planned that optical character recognition (OCR:optical character recognition) solved this problem in comparatively simple range like the text expressed using the standard font, a restrictive success was only stored the place which is the former. Although 99% of accuracy can probably attain and will be sensed to be impressive, the page which has 3,000 characters is still holding 30 OCR errors on the average, therefore costs increase, and time amount also needs the after treatment by this help.

[0003] Other approaches use the bar code which may be contained directly and which can be read by computer on paper (or other print media like a microfilm). Once it encodes, such a bar code is information (for example, spreadsheet (matrix audit table.)) which does not look essential to human being's reader although it carries out tacit to the creation that whose it recognizes to a computer it is difficult information (for example, printed text) and a page although it is clear to human being's reader. In order to recover the information on the request of other arbitration irrespective of whether to be dependent on the formula (formulas) of spreadsheet, or a actual character text in the paper, being used by computer is possible.

[0004] The bar code which can be read by computer by which digital data is recorded in the paper directly is known, and has been used using the technique of coding of a simple figure, and a scan for identification (identification) of the document to which the set of the regular value (plurality) was given, or a product. The identification system of the document adopted in the past or a product is equipped with the bar code marker and scanner which have found out the application in the field of the large range. In order to provide a related device with information about the document of paper, it is a job control sheet for an image processing which the special mark or special pattern in paper is used, for example, is taught to U.S. Pat. No. 5,051,779 by HIKAWA (Hikawa).

[0005] Similarly, the identification mark which has encoded information has been printed on the front face of the format (form) printed in advance as indicated by U.S. Pat. No. 5,060,980 to Johnson

(Johnson) and other persons. The system of Johnson and other persons offers what format is scanned for, in order that a user may offer insertion to the field of the duplicate format which puts the information on handwritten into the field on the paper copy of format, and is electronically memorized by the computer. Furthermore the alien system is indicated by U.S. Pat. No. 5,091,966 of Bloomberg (Bloomberg) and other persons, this teaches a decryption of the sign (glyph shape codes) of a pictorial symbol configuration, and this sign is data encoded in digital one in the paper. An identification sign makes easy handling of the document of a computer of being read by computer being possible, and identifying, searching and (retrieving) transmitting such a document by it.

[0006] Two or more lows of the "data line" showing the information encoded in digital one on [ other than the above various bar codes of a configuration ] print media (line.) The two-dimensional bar code called the "data strip" which has row is also known in the technique. The low of each data line consists of the pixel of the a series of black and white which express "1" as binary "0", respectively. The sequence of each low bit judges the digital data memorized there. The data memorized in the inside of the whole low specify the data contained in a two-dimensional bar code. Although a user lets a hand scanner pass typically in order to read a bar code, it reads the information in the low of each data line simultaneously along a perpendicular direction to the die length of a bar code, and reads the low of all data lines.

[0007] The example of the system by the advanced technology which uses the data strip two-dimensional bar code which has the low of a data line for a paper medium is found out by brass (Brass) and other persons' U.S. Pat. No. 4,692,603, No. 4,754,127, and No. 4,782,221. In this system, a two-dimensional bar code is used in order to encode a computer program and data in the paper, and it consists of the low of the data line scanned by the activity of a hand scanner. encoding a computer program and data -- in addition, these data lines -- moreover, a trace (tracking.) Although a tracking and synchronous bit is included, below, it is called a "clock bit." The requirements of using many clock bits within the low of each data line directly reduce remarkably the amount of the digital data which may be memorized in each low. Furthermore, if the low of the data line which has a clock bit receives breakage, such a clock bit is lost, and although it is were common when the photocopy of such a bar code was carried out or it was transmitted by the facsimile system, although it is not impossible to decode the information encoded by the bar code, it will become difficult.

[0008] For other examples of a two-dimensional bar code, U.S. Pat. No. 5,083,214 to (1) Knowles (Knowles) and this are; and (2) SANTO which indicate the two-dimensional bar code system which needs the clock bit embedded in the coded data itself. ANSERUMO (Sant'Anselmo) and U.S. Pat. No. 4,924,078 to other persons, and this contain; which indicates the two-dimensional bar code system by which the boundary (cell border) of the cel of orientation (orientation) and/or timing is included in the own body of a bar code.

[0009] In addition, the approach for printing and reading a two-dimensional bar code and this without both the patent application "clocks under connection" (it applied on December 8, 1995) In the serial (serial) number 08/No. ("280 application") 569,280, although this content is clearly woven in by reference in this The two-dimensional bar code without the clock of four sides of a bar code which has a boundary (border) on one is indicated at least, and this boundary is established in the outside of the own range of a bar code. By the way, this two-dimensional bar code is called "PANAMAKUSU (PanaMarks)" (trademark). Although a two-dimensional bar code 10 is printed by the bottom corner of a right hand of the printing page 11 so that it may be described by drawing 1 A in this, this location is completely arbitrary.

[0010] In the example described by drawing 1 A, the part of the remainder of the printing page 11 is occupied in the printing text 12. However, like, even if those who become skillful in a technique are the prints which will be understood and which were generated by what type of computer, for example they are a spreadsheet or graphics, they can be replaced with the printing text 12. The two-dimensional bar code 10 described here at drawing 1 B is equipped with the boundary 13 which

exists on all four of the sides. Although a boundary 13 is only needed on one of the four sides of a two-dimensional bar code 10 so that it may fully be indicated by '280 application, typically, it is contained on all four sides by the reason for esthetic.

[0011] Moreover, the approach for printing the two-dimensional bar code and this which do not have both the patent application "boundaries under connection, and do not have a clock, and reading" (it applied on June 1, 1998) In a serial number 09 / No. 088 or 189 ("189 application"), although this content is clearly woven in by reference in this It is indicated with the approach which the two-dimensional bar code (shown in drawing 2 in this) which does not have a boundary and does not have a clock prints this, and reads. The display with the 1st notation which needs that the display 21 with two alternative-notations about a bar code etc. (symbolologies), i.e., four corner bits, is black, the display with the 2nd notation for which the black corner bit 21 is not needed (when printed by the white background), and \*\* are shown in '189 application. Similarly, so that resemble the explanation about the flow chart of drawing 8 A and it may be indicated [ be / they / the two alternative-approaches / setting / for reading the bar code of drawing 2 , i.e., under / of this / , ] With the 1st method of operating on the bar code which does not need a corner bit, so that be alike at the explanation about the flow chart of drawing 8 B and it may be indicated [ be / it / under / of this / setting ] The 2nd approach and \*\* which operate on the bar code which needs to have a corner bit are indicated by '189 application.

[0012]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although two approaches for reading the bar code indicated by '189 application give the result for which satisfaction goes Although it is indicated in relation to drawing 9 A and 9B in it by the result given by the location detection step 70 of drawing 8 [ of '189 application ] A, and 8B when a bar code is printed on a page with a complicated background It is existence (that is, it has width of face equal to this it is narrower than the width of face of the bit block in a bar code, or) of the noise conditions of a single line especially. It was the line which crosses a bar code to arbitration, and this was faced that it might often generate in the faxed document and the document printed by the printer which is not good as for maintenance, and it was found out that it is a thing inferior to optimum. In addition, drawing 8 [ of '189 application ] A and the skew include angle of the Howe conversion (Hough Transform) of 8B (distortion include angle.) in order to make processing speed increase skew it can set to the estimated step 71 of angle -- modification -- having -- obtaining was found out. Moreover, the estimated step of the skew include angle of template adjustment of drawing 8 B of the '189 application which it needs for a bar code to contain a corner bit, and the number of bits which may be memorized in a bar code is decreased, and has the processing speed inferior to optimum is the skew (distortion.) of the Howe conversion of this invention. By the increment in the processing speed of the estimated step of skew, it is not indispensable (required) any longer.

[0013] Therefore, it is the object of this invention to offer the approach of decrypting the information encoded in digital one in the format of the two-dimensional bar code which does not have the boundary printed on print media and does not have a clock that it can operate under existence of a complicated background. It is the object of an addition of this invention to offer the approach of decrypting the information encoded in digital ones in the format of the two-dimensional bar code which does not have the boundary printed on print media and does not have a clock of having the improved processing speed. Are this invention and it is the further object to offer the approach of decrypting the information encoded in digital one in the format of the two-dimensional bar code which does not have the boundary printed on print media and does not have a clock which does not contain a corner bit.

[0014] It is other objects of this invention to offer the approach of decrypting the information encoded in digital one in the format of the two-dimensional bar code printed on print media which does not need to be included although a boundary is included. Other various objects, advantage, and the description of this invention will become clear from the following detailed explanation easily, and

the new description will be pointed out especially by the attached claim.

[0015]

[Means for Solving the Problem] the epitome of invention — the low of a data pixel and column (train.) with which these and other objects express the encoded data bit It realizes by the approach of decrypting the randomized information by which it was printed on the medium which human being can read in the form of the bit map of column. Each of a data pixel is the 1st or the 2nd, or has a color. A bit map has fixed size and is surrounded by the external field of the pixel of a uniform color substantially [ fixed ]. The boundary of a contrastive color may exist in an external field (outer region). The medium which human being can read digitizes a bit map (a graphic form is read and evaluated.). In order to carry out digitize, it is scanned first and, subsequently to the gray scale display (grayscale representation) of the pixel base, is formatted. The gray scale display of the pixel base is changed into the binary display (binary representation) of the pixel base by setting up the threshold level on the strength based on a gray scale display, being larger than a threshold, or changing a pixel equal to this into the 1st level, "0", and changing a pixel smaller than a threshold into the 2nd level, "1". [ i.e., ] [ i.e., ]

[0016] Location detection of the low of the digitized bit map and the boundary of a column is carried out by crossing the binary display of the pixel base and moving an aperture (window) in a step-mode (stepwise fashion) with a fixed pattern. When the part of the display surrounded by the aperture is examined in order to judge whether the part follows the property beyond 1 or it of a bit map, and the part follows the property beyond 1 or it of a bit map at each step, the boundary of the digitized bit map is set up as a boundary of an aperture. The skew include angle of the digitized bit map is judged, and when required, the skew of the digitized bit map is removed so that a skew include angle may be substantially reduced by zero. The digitized bit map is mown after that (cropped), is read from the bit map by which the binary data was digitized, and generates the one-dimensional array of digital data by this. One-dimensional array has randomization finally dispelled (is derandomized), an error correction is applied, and the digital display of encoded information which does not have an error substantially is generated.

[0017] In the one example, the aperture used at a location detection step (locating step) possesses the core region (core region) corresponding to the fixed magnitude of a bit map, and the monotonous field (quiet region) corresponding to an external field. A trial possesses judging whether the part of the display surrounded by a core region and the monotonous field is examined separately, and those parts follow the property beyond 1 or it of a bit map and an external field, respectively. Preferably, pixel distribution of each field is examined, it judges whether it enters within the limits of fixed, and checks that a bit map exists in an image (verify), that is, probably the bit map in a core region has about fifty-fifty pixel (even) distribution, and the external field has the pixel distribution in which either "0" or "1" has a pixel (plurality) near 100%.

[0018] When the part of the display surrounded by a core region and the monotonous field follows the property beyond 1 or it of a bit map, the boundary of the candidate field of the digitized bit map is set as the boundary of a core region. In addition, if it is found out that the part of the display surrounded by the aperture satisfies a pre- trial, the part surrounded by the core region will also be mown, the external boundary of the bit map of the candidate in it will be judged, an external boundary will be compared with the fixed dimension of a bit map, and it will check further that a bit map exists in an aperture.

[0019] In other examples of this invention, a skew include angle is preferably judged using a finite state recognition machine (finite-state recognizer) by carrying out location detection of all the horizontal or vertical edges in the candidate field by which location detection was carried out first. The coordinate showing a horizontal or vertical edge of the horizontal or vertical line in the candidate field by which location detection was carried out is calculated using the Howe conversion from it. Finally a skew include angle is calculated as an include angle between the vertical line showing the column of the pixel in the horizontal line showing the low of the coordinate of the



horizontal or vertical line in a candidate field, and the pixel in a display, or a candidate field, and \*\*. As an option, location detection of the both sides of (optionally) and a horizontal and vertical edge can be carried out, and a skew include angle can be calculated using the both sides of a horizontal and vertical edge.

[0020] A candidate field is divided into two or more horizontal and/or vertical fields in the example of further others. A preliminary skew include angle is calculated about each of two or more horizontal and/or vertical fields, it is chosen from a skew include angle with a preliminary skew include angle by the vote method, that is, a median is chosen.

[0021] Although it does not have it meant for it to be given by the approach of instantiation and to restrain this invention only to it, he relates the detailed explanation below brief explanation of a drawing with the accompanying drawing, and it will be understood by best.

[0022]

[Embodiment of the Invention] ROPURESUCHI (Lopresti) by which both detailed explanation of suitable operation was entitled "optical character recognition which can be guaranteed", U.S. Pat. No. 5,625,721 to other persons, and No. 5,703,972, Although this content is clearly woven in by reference in this as fully indicated by U.S. Pat. No. 5,748,807 entitled "the approach and means" for improving optical character recognition of a printing document by the list It can encode by computer in the case of the computer processing of that which they follow in case the content of the document, a layout, a generation, and the information about retrieval (retrieval) draw up a document first. The encoded document information can be offered from it by the two-dimensional bar code generated on the front face of the printing version of a document. The resolution capacity of coding which can carry out current utilization and which progressed, and printing can hold the information to 30,000 bits in the tooth space (space) of an only 1 square inch. Therefore, chisel constraint is carried out at the amount of the tooth space on the front face of the document which can encode the content of all the documents, advances theoretically for a two-dimensional bar code, and is made into a sacrifice so that it may be taught by the application mentioned upwards.

[0023] Or it is connected with an optical page scanner, a bar code scanner with completely separate it can scan a two-dimensional bar code, and can supply information to the accompanying system equipped with the software of suitable recognition and a decryption. The decrypted information is used by the scan system, in order to improve more recognition of the document which created the new version of a document or was scanned from it, a rendering, and an error correction. About the suitable example of the finite state recognition machine discussed about drawing 8 below, if the scan resolution of a scanner can establish a 3x3-pixel matrix at least about each logic bit of a two-dimensional bar code, in order that it may decrypt a two-dimensional bar code, it is not indispensable that such a bar code scanner and a scan system get to know the print resolution of a two-dimensional bar code.

[0024] The information encoded in the form of the two-dimensional bar code can be used in order to improve more the software tool already used in order to draw up the document of paper. An example includes application of multimedia like a word processor, a spreadsheet, object-oriented graphics, and voice record and a photograph image pick-up.

[0025] The boundary 13 used for the two-dimensional bar code 10 of drawing 1 was not the important description of invention indicated in '280 application, in order for most procedures used as the key indicated in '280 application to operate irrespective of whether a boundary exists or not. However, ten was used by the step of a skew estimate and skew correction (deskewing) in 'boundary 280 application.

[0026] Drawing 2 shows the example of the display with the notation of the two-dimensional bar code introduced in '189 application etc. A two-dimensional bar code 20 possesses the set with which the data bit was encoded in the two-dimensional grid. Typically, each encoded data bit is printed as a matrix of the pixel 23 of black or white. the pixel matrix which expresses one data bit preferably -- a square -- it is -- 1x1 matrix -- being small -- or 6x6 matrices -- or it may be

larger than it. The matrix which is not a square may also be used. In the display with the notation of a two-dimensional bar code 20 etc., a clock or a boundary is not required and indispensable. Although size's being supple and thing \*\* that the only requirements about size are only knowing the size of the array by which the read process's was encoded may be accepted, in a suitable example, a two-dimensional bar code 20 is the array of the data bit of 20x20 memorized by the matrix each bit of whose is 9x9 pixels.

[0027] Two different examples of the display with the notation of a bar code etc. are indicated by '189 application. In the 1st example, four corner bits 21 are always black (when printed by the white background). Four corner bits 21 in the 1st example are called "support" bit. The remaining data bits in the 1st example of '189 application are made pseudo-random (are pseudo-randomized), and can hold any combination of the information on desired, and an error correction bit. The display with the notation of the 1st example etc. has a small skew, and when the two-dimensional bar code 20 has not received any breakages, a good skew estimate is offered.

[0028] However, putting the support bit (anchor bits) 21 on a corner makes effect of breakage of them easy to be influenced. In the 2nd example indicated by '189 application by such a reason, there are no requirements for the support bit 21, and it is only the array of the data bit of NxM, and a two-dimensional bar code 20 is N=M=20 preferably, and offers storage of the information to 50 bytes (400 bits) in this case. In the 2nd example, all data bits are made pseudo-random and can hold any combination of the information on desired, and an error correction bit. The conventional Hamming code (7 4) is preferably used as an error correcting code for detecting and correcting random noise, and a two-dimensional bar code can hold the information to 28 bytes (224 bits) in this case.

[0029] Drawing 3 illustrates the step contained in coding/decryption process. Except for the case where it is discussed in this about the approach of this invention, each step is indicated more by the detail in '280 application and/or '189 application. Between coding processes, the input data of the format of the bit stream of 1-dimensional linearity is first processed at step 30, can add the error correcting code ("ECC":error correction code) of the standard block base, and is randomized at step 31, and a map is carried out from a 1-dimensional bit stream at step 32 at a two-dimensional display, i.e., a two-dimensional bar code, and a two-dimensional bar code is eventually printed at step 33. These steps are repeated by the reverse order, the two-dimensional bar code printed at step 34 is read, the map of the decryption process is carried out from two-dimensional at step 35 to a 1-dimensional display, randomization is dispelled at step 36, finally ECC is applied at step 37, and it carries out regeneration of the bit stream of "raw" (row) linearity. Especially, the approach of this invention is used in the read step 34.

[0030] Drawing 5 illustrates the step in the read procedure of this invention. It will be considered that the pixel which first the scanned gray scale image is changed into black and white by the threshold application step 100, and has level [ lower than the level on the strength which it was considered that the pixel which has the level which is equal to the level on the strength which a certain level on the strength was dynamically chosen at that time (namely, the average value or the median of a pixel value), and was chosen, or exceeds it was black (or white), and was chosen ] on the strength is white (or black). Next, in order to speed up processing, the resolution of the scanned input image is dropped on step 102 as an option so that it may be discussed further below (reduced). By the slide aperture method (sliding window method) of this invention, location detection is carried out and a candidate's two-dimensional bar code field is extracted from an input image so that it may be further discussed about drawing 4 , and 6 and 7 below. Supposing it is judged with a candidate field containing a two-dimensional bar code, a candidate field will be extracted from the image of an original copy at step 104 (being the resolution of an original copy). And the skew include angle of the two-dimensional bar code in a candidate field estimates by the approach of this invention at step 106 so that drawing 8 in this and 9 may be indicated further.

[0031] If a skew include angle is known, it will once be corrected as occasion demands at step 108,

as '189 application is further indicated by the detail. Especially, although the skew include angle  $\phi$  is larger than the minimum threshold  $\alpha$  in which it cannot read in and step 112 cannot read a bar code with dependability any longer at more than this, however when smaller than the 2nd threshold  $\beta$ , the simple skew correction approach is used. From the 2nd threshold  $\beta$  by which the skew include angle  $\phi$  is typically set as the skew of 7 times, when large, the skew correction process by the trigonometry which needs many processing times is used by the simple skew correction approach. The simple skew correction approach uses the shear rotation method (shear rotation method), and is fully indicated in '189 application about drawing 16 [ in it ] A, and 16B and 16C. The skew correction process by trigonometry is also fully indicated about drawing 17 in it in '189 application.

[0032] As an option, a candidate field is mown at step 110 and creates the boundary exactly made into the perimeter of a two-dimensional bar code so that it may be indicated further below. Finally, in step 112, the information encoded by the two-dimensional bar code is read in a candidate field as '280 and '189 application is fully indicated. In order to check that a candidate field includes the property that a two-dimensional bar code has it, when it may be examined in the both sides of the mowing step 110 and the read step 112 and the candidate field does not include such a property, processing can resume retrieval of return and a candidate field to the location detection step 104.

[0033] Although this step will not have the need which those who become skillful suitably in a technique will understand clearly of performing, like if the resolution of an image may be dropped on other factors and processing speed is not a technical problem, the 1st step 102 of a read process is the factor of 4 preferably, drops the resolution of an image and speeds up the location detection step 104. Preferably, the subsample of the input image is carried out simply (sub-sampled), and it creates the image of a low resolution more. It indicates how the image (reduced resolution image) of resolution with which the following formulas were dropped on this approach from the input image of an original copy is generated. :  $R(I, J) = O(\text{row\_skip} * I, \text{col\_skip} * J)$  (1)

the range -- :  $0 \leq I < \text{row\_m} / \text{row\_skip}$   $0 \leq J < \text{col\_m} / \text{col\_skip}$  --  $R(x, y)$  displays the dropped image (reduced image), it is here and it is [  $O(x, y)$  displays the input image of an original copy, and /  $\text{row\_m}$  and  $\text{col\_m}$  display the vertical and horizontal size of an input image array, respectively, and ] a sampling factor respectively vertical [  $\text{row\_skip}$  and  $\text{column\_skip}$  ] and horizontal. Preferably, both of  $\text{row\_skip}$  and  $\text{column\_skip}$  are equal to 4. Those who become skillful suitably in a technique may be replaced with the suitable approach by which the approach of the others which drop the resolution of an input image which will be understood clearly is indicated by the formula (1) like.

[0034] The location detection step 104 judges the location of the two-dimensional bar code in a given document image. The way of simple location detection based on distribution of the histogram of the projection that an image pixel of the approach of the advanced technology location detection which is indicated by '280 application is horizontal, and vertical (scheme), Patent application which is under [ both ] connection "the approach (amended) of carrying out location detection of the two-dimensional bar code in which the machine read in an image is possible" (it applied on March 17, 1997) The way of the mathematical morphology (morphology) base indicated by the serial number 08/No. ("347 application") 822,347 is included. Although the way of simple location detection '280 application is comparatively quick regardless of the location of the two-dimensional bar code in an image, the two-dimensional bar code is printed on the complicated background, it has a bigger skew include angle than 5 times, including a single line noise, or, in \*\*, the optimal result is not offered. Although the way of location detection of the morphology base '347 application can deal with a document background like a printing text, it cannot deal with a complicated background like the dark background 220 of drawing 4 , and is not so efficient in respect of processing speed. The approach indicated at the following of this invention has the useful property of the approach of both advanced technology, and when printed on the document with which it has a complicated background like the dark background 220 of drawing 4 , it can carry out location detection of the two-dimensional bar code.

[0035] Next, when it (two-dimensional bar code) is printed in order to improve the accuracy of a location detection process in case a two-dimensional bar code 210 is contained in the printing intermediation inside of the body including a complicated background like a background 220, if drawing 4 is referred to, the monotonous area 200 of a white tooth space is shortly created clearly around a two-dimensional bar code 210. The monotonous area 200 improves the accuracy of a location detection process under existence of the skew of a line noise and a two-dimensional bar code again. As shown in drawing 1 A, when a two-dimensional bar code is put on the corner of a document of the outside of the edge (margins) where a content of a document like a text or graphics exists in it, the field of a white tooth space exists essentially. However, when a document does not include the field of such an edge or other white tooth spaces, a far difficult situation appears. Therefore, by needing existence of the monotonous area 200 around a two-dimensional bar code 210 for a designation target, a two-dimensional bar code 210 may be put on what kind of location on the document which has a complicated background so that it may generally be shown in drawing 4, and in addition, it is still read by the approach of this invention.

[0036] Although the location detection step 120 of drawing 5 uses the data that location detection of the two-dimensional bar code is carried out in the center of a monotonous area (quiet zone) (white field), this combination can be printed also on what kind of kind of document background. Thus, a two-dimensional bar code is surrounded by the white border area as shown in drawing 4. Although those who become skillful suitably in a technique need substantially for a monotonous area to have [ which will understand clearly ] that all pixels are the same colors there like, the specific color may be black or white (or in the case of a color document, other colors are sufficient and this is changed at the threshold step 100 at black or white). The location detection step 120 must allow for example, the "spot (speckle)" noise of a certain level which may be introduced into an area monotonous between printing or a scan, and a line noise.

[0037] The slide aperture 300 illustrated by drawing 6 is used for the location detection step 120, and it carries out location detection of the two-dimensional bar code in an input image. In the location which crossed the input image, was moved and was chosen, especially the slide aperture 300 is used, in order to extract the part of the image of the slide aperture 300 within the limits. The part from which the image was extracted judges [ it ] whether the candidate field of a two-dimensional bar code exists in it so that a blank test may be carried out and it may be discussed further below. the slide aperture 300 -- two field:(1) core regions 310 and (2) -- it has the monotonous field 320. A core region 310 corresponds to two-dimensional bar code itself, and the monotonous field 320 is equivalent to the monotonous area of a two-dimensional bar code. Therefore, the size of two fields is decided to be the size of the two-dimensional bar code 210 and the monotonous area 200 which are mainly shown in the specification of a two-dimensional bar code, i.e., drawing 4. However, in order to accept the situation which is carrying out the skew to the peak with a two-dimensional bar code since the size of the \*\* type aperture which is needed since a two-dimensional bar code is included increases when the two-dimensional bar code is carrying out the skew so that it may be shown by the two-dimensional bar code which carried out the skew in drawing 6, the size of the core region of the slide aperture 300 is larger than the size a two-dimensional bar code is expected to be a little. In addition, what a two-dimensional bar code is expanded a little between the processes of printing and/or a scan again, and is still done in addition for the location detection of this description by the approach of this invention is allowed (allow).

[0038] The various retrieval patterns for the slide aperture 300 may be used. Although it is easy for this to carry out although a retrieval pattern can depart from an image top left corner and can scan one every low and each low from the left to the right as shown in drawing 7 A in order to be easy, isn't any pure knowledge (a priori knowledge) about the location of the two-dimensional bar code in a given image used, and it is not so most efficient the retrieval approach.

[0039] A two-dimensional bar code is usually actually printed by the fixed location in a page. Therefore, only the small part of the whole document image needs to be scanned by the slide

aperture 300 in the case of a decryption. This small field is obtained by the equipment usually scanned according to a location like each corner of a document where a two-dimensional bar code is expected. If a once small field (unit) (or field (plurality)) is extracted, a two-dimensional bar code sometimes seems to be more closer to a center than it is close to the boundary of the extracted small region.

[0040] Although it departs from the center of the extracted small region and spreads outside by the whorl's pattern as a suitable retrieval pattern is shown in drawing 7 B, the location detection of this is allowed to be carried out much more nearly promptly than the simple approach by which the candidate field of a two-dimensional bar code was discussed about drawing 7 A. However, operation of this retrieval approach is more complicated, and is obtained. Therefore, from the retrieval pattern of drawing 7 B, the jump low retrieval pattern (jump row search pattern) for which it looks for every Low on the extracted small region as the retrieval pattern quicker than the retrieval pattern of drawing 7 A whose operation is not complicated is shown in drawing 7 C is used, and an alternative may carry out. As shown in drawing 7 C, a jump low retrieval pattern starts retrieval in a central low, and jumps it on 1 low and under 1 low from a central low, and it jumps on 2 lows and under 2 lows from a central low, and it searches for each low until it arrives at the top (top) and the bottom (bottom) of a small region which the candidate field of a two-dimensional bar code was found out, or were extracted. About each low, it looks for a jump low retrieval pattern from the left to the right. Although the pattern of the whorl of drawing 7 B is not efficient, it is easier to carry it out.

[0041] Furthermore, if the improved effectiveness is required, each retrieval pattern discussed in this can be changed into retrieval by skipping some scan paths (scan path) so that it may search, only by meeting the path of an even number number shown for example, in drawing 7 A-7C.

[0042] In case a slide aperture passes through each location, it checks, in order to see, whether the image field in the slide aperture 300 includes a certain property of a two-dimensional bar code, and. As shown above, the bit in a two-dimensional bar code is randomized, and includes uniform distribution of a bit. In addition, the size of the outline of a two-dimensional bar code is known, and the two-dimensional bar code is surrounded in the monotonous area of a white tooth space. The location detection approach of this invention checks an image field at each step, judges whether it includes these descriptions, and judges whether an image field should be chosen as a candidate field of a two-dimensional bar code.

[0043] As the first trial in each location, the value of the core-region consistency (Core Region Density) of the image in the core region 310 of the slide aperture 300 is examined, and it judges whether it enters within the limits of fixed. Especially, probably, the two-dimensional bar code uniform enough has the pixel with the black same number, and the white pixel, since the bit in a two-dimensional bar code is distributed by the uniform pattern for the reason of a randomization process. A "core-region consistency" is defined as a ratio of the number of black pixels to the total of the pixel inside [ core-region 310 ] the scan aperture 300. It elapses, or since it is made too bright, there may be a thing [ that the threshold step 100 discussed in the process of binary-izing of a scanner or the top is dark in a two-dimensional bar code field ] for which a core-region consistency changes a little and is partly set to low or high level from 0.5. Therefore, the value of a core-region consistency may be within the limits of 0.5 fixed [ neighboring ].

[0044] In addition, supposing the two-dimensional bar code which should be decrypted includes a boundary, the threshold and range of a value of a core-region consistency must be adjusted according to accepting the excessive black pixel which exists according to a black boundary (for example, if a threshold is [ the range ] 0.45 to 0.55 in 0.5 when a black boundary does not exist, when a black boundary exists, a threshold may be [ the range ] 0.50 to 0.60 in 0.55). If a core region has the core-region consistency which shows existence of a two-dimensional bar code and it is found out, it will continue, otherwise, a slide aperture will be moved to the location of a degree, and a trial will estimate a core-region consistency.

[0045] As the 2nd trial in each location, the monotonous field consistency (Quiet Region Density) of

the field in the monotonous field 320 of the slide aperture 300 estimates, and it judges whether it enters within the limits of fixed. A monotonous field consistency is defined as a ratio of the number of black pixels to the total of the pixel inside [ monotonous / field 320 ] the slide aperture 300. The two-dimensional bar code to which the monotonous area 200 does not have any noises (namely, black pixel) in the monotonous area 200, excluding [ therefore ] a black pixel ideally and which was scanned perfectly will produce the value of the monotonous field consistency of zero, as shown in drawing 4 . In order to accept a certain spot noise and a single line noise, some large maximum consistency values are chosen from zero in advance as an allowed value. The value of the monotonous field consistency to the part of the image in the monotonous field 320 of the slide aperture 300 estimates, if it is found out that it is smaller than the preselected value, or equal to this, a trial will be continued, otherwise, a slide aperture is moved to the location of a degree, and a core-region consistency is estimated.

[0046] As the last trial, when the image field in a scan aperture enters in the tolerance of the both sides of a core-region consistency and a monotonous field consistency, a mowing trial is performed further and checks the effectiveness of each field. The mowing step of this invention is based on the data that the bit of a two-dimensional bar code is distributed uniformly. Therefore, probably, in the 20x20-bit array, the low or column which do not contain any black bits do not exist in the candidate field. It succeeds in mowing toward the exterior from a center. It departs from the center of a candidate field, and it is continuously scanned until each image low reaches the low which does not contain a black pixel from a center to the top of a candidate field, and it is considered that this is the edge of the top of a two-dimensional bar code. a low scan -- from a center -- caudad -- going -- the bottom of a candidate field -- and a column scan continues from a center to the column of the rightmost of a center to a candidate field at the column of the leftmost of a candidate field, and the last, and a scan process is repeated further 3 times. Since each boundary of a two-dimensional bar code suits the scanning-line noise from a scan process, or a too bright image instead of a single low showing the edge of a two-dimensional bar code, it can be shown by existence of a number of lows with which fixed [ which does not contain black ] continues, or a column.

[0047] After a candidate field is mown, the size of a new field is checked to the size a two-dimensional bar code is expected to be. If remarkably different size is found out, it is shown that a candidate field is not a two-dimensional bar code field, it will be moved to the location of a degree and a slide aperture will estimate a core-region consistency. It is effective to check size after a mowing process, when removing some fields which may be accidentally detected by the first two trials. For example, the text area where it has a certain line spacing (line spacing) and character spacing (character spacing) including the font which has size similar to the size which is each bit in a two-dimensional bar code may pass a consistency trial. However, mowing a text area usually arrives at the connected single element field, i.e., one alphabetic character, and this has size which is remarkably different from what is expected to a two-dimensional bar code.

[0048] Once it is found out that a candidate field suits all three trials, it will be considered that it is an effective candidate field. The field which the present location in the image of a slide aperture is recorded, and a map is carried out to the image of perfect resolution, and corresponds is extracted as a candidate field for the further processing. The corner may be left behind to the outside of the boundary of the core region 310 of the slide aperture 300 supposing the two-dimensional bar code in a slide aperture has a comparatively big skew include angle. Since it guarantees that the whole two-dimensional bar code is extracted, in case a candidate field is extracted from the image of perfect resolution, a corner can be recovered by expanding the size of a core region 310 a little. for the reason of amplification of the size of an aperture, the mowing step 110 indicated any noises generated in the extracted field above about the location detection step 104 -- the same -- a mowing procedure [ being inside-out (inside out) ] is used, and it can be removed.

[0049] Unlike the location detection approach that it is indicated by '280 and '189 application that



mowing the two-dimensional bar code which carried out the skew mows the two-dimensional bar code which made skew correction correctly to the ability to do breakage to the corner easily since the corner will be maintained, the approach of this invention does not mow the candidate field by which location detection was carried out before skew correction.

[0050] The skew estimated approach of '280 application is based on the location of two support bits in the corner of the upper left of a two-dimensional bar code, and the lower left in order to calculate a skew include angle. As further discussed in it, in order to carry out location detection of the corner, the template is used, and in this approach has a comparatively large skew include angle and being larger than the skew which is about 5 times, it fails. In addition, the corner of a two-dimensional bar code serves as an inaccurate value as a skew include angle which a form is often damaged by the noise, consequently is estimated by the approach of '280 application.

[0051] In order to solve these faults, '189 application indicated the skew estimated technique of the Howe conversion base. The Howe conversion is the parameter conversion (parametric transformation) which may be used in order to detect the geometric description like a straight line in an image. The approach of '189 application extracts the pixel of all level edges by using vertical monochrome mask for the whole image, crossing. And the Howe conversion calculates the include angle of the line of the longest edge showing the skew include angle of a two-dimensional bar code by being performed to the pixel of all the identified level edges. That this approach needs most quantity of the processing time In order to detect the pixel of each edge, crossing the whole image and making it move a vertical mask In order that it may be because what is done for multiple-times access (it depends for the actual count of access on the size of a mask) is followed on each image pixel and the Howe transformation method may judge the include angle of the line of the longest edge It is because the large various include angles which may exist are examined for the increment of 0.5 degrees about the pixel of all edges.

[0052] In addition, a skew include angle will not be judged by accuracy, when a line noise crosses a two-dimensional bar code and it exists, since the include angle judged by the Howe conversion is equivalent to the include angle of the line containing the pixel of the maximum number. A line noise is a line dominant between the lines of all edges, and this is because a skew estimated procedure will be carried out and the include angle corresponding to a line noise will be made to calculate. Although the effectiveness of a line is illustrated by drawing 9 A, the line 400 is drawn along the bottom of a two-dimensional bar code 410 here. The skew include-angle estimated approach of '189 application will calculate the skew include angle to incorrectness as it is 0.5 degrees, since the dominant line 430 in the image 420 of a level edge is a dominant line.

[0053] Although based on the skew estimated approach and Howe transformation method of this invention, it is accompanied by two important modification which makes this approach that which is more practical and reliable. Instead of the vertical mask used for the 1st in '189 application, a finite state recognition machine is used and the pixel of the edge of a two-dimensional bar code is detected by single passage. Since transition monochrome [ in a candidate field ] and monochrome is related to the edge in a logical low and a column, effective transition is judged when the white pixel which the number specified after the black pixel which the number specified as drawing 8 with the finite state (attributed) recognition vessel for [ this ] being shown by in the form of a diagram follows follows continues (or this reverse). Since it may be used in order for this approach to access each image pixel only once and to detect either or the both sides of a horizontal or vertical edge, this approach is more efficient. in addition, the case where some deformation is in which corner of the two-dimensional bar code which it did not need the finite state recognition machine that a two-dimensional bar code contains any support bits, either, but was scanned in the skew estimated approach of this invention -- more -- being firm (robust) -- it carries out.

[0054] Especially a finite state recognition machine inspects each pixel which is in each low (or column) one by one, and discovers an edge [ being vertical (or level) ]. The transition child (transistor) of an edge is defined by the continuation of the opposite color of the 1st color which

follows backward [ of continuation of the 1st of the pixel of N individual ] at least and which is the 2nd of the pixel of N individual at least. The location of the black pixel which causes transition of an edge is used as a location of an edge. therefore -- for example, four continuous white pixels, four continuous black pixels following behind, and three continuous white pixels that continue further -- since -- in the case of  $N=4$ , in the becoming low, only the 5th low pixel is specified as transition of an edge -- I will come out. However, if it is  $N=3$  in the same example, the 5th and the 8th pixel will be specified as transition (edge) of an edge.

[0055] next, conditional [ to which it is equal to 3, or N will operate when larger than this if condition diagram drawing 8 is referred to ] -- the finite state recognition machine which is a state machine (conditional state machine) is shown. In drawing 8, the name of "B" and "W" points out the color (namely, black (black) or white (white)) of the pixel in the specific location of the lows or columns which are processed. Therefore, in an initial state 500, if the color of the 1st pixel is black, processing will move to a condition 501 from a condition 500. If the color of the 1st pixel is white, processing will move to a condition 502 from a condition 500 instead of it. Processing continues through a state machine and the following low or a column is processed from an initial state 500 in the place of the special mark so that it may be discussed further below, until the special mark (character) which shows the specific low currently processed or termination of a column reaches. In each condition of the point of a condition 500, the increment of the location index I is carried out, and the location of a pixel where it is inspected in the specific low or the column is pursued. In addition, it is shown in a table 1, and other operations (operations) of a certain are performed in the various condition so that it may be indicated further below.

[0056]

----- A table 1 ----- A

| condition | An operation  |
|-----------|---|
| 501       | # pixels=2503-506,509,510   |
| 502       | # pixels=#pixels+1 507 # pixels=2 edge_candidate=I -1 508 # pixels=2 edge_candidate=I 511,512 |
| 503       | # pixels=#pixels+1 (edge_candidate) It saves.   |

[0057] In the condition 501, if the color of the following pixel is black, processing will move to a condition 503, but if the color of the following pixel is white, processing will move to a condition 502. Similarly, in the condition 502, if the color of the following pixel is white, processing will move to a condition 504, but if the color of the following pixel is black, processing will move to a condition 501. As shown in a table 1, in the condition 501 and 502, the number of the continuous pixels which encountered is set as 2 (if it is why, since it is the white pixel of two continuation in the black pixel of two continuation, and a condition 502 in a condition 501). From a condition 501, if the following pixel is black, processing will move to a condition 503, and if the following pixel is white, it will move to a condition 502. In a condition 503, as long as each pixel which encounters succeedingly is black and the number of a pixel is under N, processing is continued in the condition 503. every [ whenever a condition 503 is passed (is passed) ] -- a pixel -- the increment of the #pixels of counting 1, i.e., a table, is carried out. When the continuous black pixel of No. N reaches, processing moves to a condition 505. If a white pixel encounters before the black pixel which N individual follows, processing will move to a condition 502. When a series of white pixels encounter first, processing moves through conditions 502, 504, and 506 by the color of (in an analogous manner) and the reversed pixel by the similar method.

[0058] each of the black pixel which continues in the condition 505 -- receiving -- processing -- a condition 505 -- continuing -- each passage (each pass) -- receiving -- a pixel -- the increment of the counting is carried out, it sets actually, and looks for the black pixel of the last in a current sequence (continuation). the case where a white pixel encounters in the condition 505 -- processing -- a condition 507 -- moving -- there -- a pixel -- counting is set as 2 and the index of the last black pixel is set up as "edge\_candidate (candidate of an edge)." edge\_candidate is the last black pixel in continuation of N individual or the continuous black pixel beyond it. a condition 507 -- a pixel -- counting is again set as 2 (is reset). If the pixel which encounters at step 507 is black,



processing returns to a condition 501 and it is begun to carry out counting of the black pixel, and since white pixel \*\* which N individual follows at least following a requirement, i.e., the black pixel which N individual follows at least, was not filled, it will set actually and edge\_candidate will be abandoned. if the pixel which encounters in the condition 507 is white -- processing -- a condition 509 -- moving -- there -- a pixel -- the increment of the counting is carried out. a white pixel encounters -- having -- and a pixel -- as long as counting is under N, processing is continued in the condition 509.

[0059] When it is the arbitration before the white pixel of No. N reaches, if a black pixel encounters, since the requirement of return and the white pixel which N individual follows at least has not reached a condition 501, processing will abandon edge\_candidate. if the continuous white pixel of No. N reaches, processing moves to a condition 511 and edge\_candidate memorizes there -- having -- a pixel -- the increment of the counting is carried out. As conditions 502, 506, and 506 were described above, the processing which passes along conditions 508, 510, and 512 is similar to what was discussed about conditions 507, 509, and 511 in the top, and the color of a pixel has reversed it. Although edge\_candidate of a condition 508 is set as the index which is a pixel at the event, the only exception is another side, and since only a pixel with black edge\_candidate of a condition 507 may be specified as an edge, as shown in a table 1, it is set as the index of the pixel at the previous event.

[0060] Supposing a black pixel encounters a degree in the condition 511, processing moves to a condition 508, and since the white pixel which N individual follows at least is encountering (only a black pixel can serve as an edge), the black pixel will be set up as edge\_candidate. Processing continues through conditions 510 and 512 by the method of the processing produced in the condition 509 and 511 after the condition 508, and resemblance, the black pixel which N individual follows judges whether it continues after the white pixel which N individual follows at least, and if that is right, edge\_candidate will be memorized as an edge in step 512. If a white pixel encounters in the condition 511, once processing will move to a condition 506, and it will look for the white pixel of the last in current continuation and location detection of the last white pixel will be carried out, it will move to a condition 508 and will judge whether continuation of the black pixel of N individual follows at least. A similar step arises from a condition 512 about the processing which passes along conditions 505, 507, 509, and 511.

[0061] The detection process of an edge continues through the low of a pixel, or a column, looking for the black (or white) pixel which N individual follows, and a pixel with the 2nd white (or black) color which subsequent N individual follows until the special mark which shows termination of a low or a column reaches. The black pixel of the boundary between two continuation on each point by which the black (or white) pixel which N individual to which the white (or black) pixel which N individual follows follows follows was found out is set up as an edge.

[0062] If the pixel (horizontal or vertical either or horizontal and vertical both) of an edge is detected with a finite state recognition vessel, they will use the same process as what is indicated by '189 application, and a map will once be carried out to the Howe field (Hough domain).

[0063] Although a finite state recognition machine improves the processing speed of a skew estimated step, it does not affect the impact of a line noise. It will serve as the line 430 of an edge dominant within the image 420 of an edge, when the line 400 passed through a bar code 410 is drawn, as shown in drawing 9 A, and the inaccurate result related with a skew include angle when the line is not drawn on the own level (or it is vertical when a vertical edge is detected) shaft of a bar code by parallel will be produced. The line 430 of drawing 9 A becomes the cause which a skew include angle estimates to be 0.5 degrees and incorrectness. In the estimate of the skew include angle of a two-dimensional bar code, in order to reduce the impact of such a line drawn on arbitration, the approach of this invention divides into many fields the image of the level edge created with the finite state recognition vessel. A skew include angle is judged about each field, the way (voting scheme) of vote is used and the skew include angle which is likely to express the actual

skew most is judged.

[0064] The image of a level edge is divided into three fields like the image 420 top field 440 of the level edge of drawing 9 B, a staging area 450, and the bottom field 460 by the suitable approach. A skew include angle is judged about each field, that is, it is 5 times about the top field 440 and a staging area 450, and is 0.5 degrees about a bottom field (based on the line 430 of the edge resulting from a line 400), and a median, i.e., 5 times, is chosen as a desirable actual skew include-angle estimate. Many approaches for [ which those who become skillful suitably in a technique will understand clearly ] carrying out the way of vote exist like.

[0065] In this invention, it is the expression of processing speed, and since the time and effort (overhead) of everything with least median is offered, a median is used. Other methods (plurality) of judging a skew include angle contain using the skew include angle generated most frequently (namely, majority) or a more complicated load technique (namely, load vote). Since it will probably influence only a single field as the line 400 illustrated in drawing 9 B when the line noise which affects a skew estimate exists, the way of the skew estimate of these many fields is firmer than the approach of the advanced technology to the line noise of arbitration. It is not the dominant line which is surely carrying out the comparatively big include angle, and affects a skew include-angle estimate about the pixel of the edge of the image of a level edge, if the line noise which crosses one or more fields exists. those who become skillful suitably in a technique understand clearly -- will come out and I will be -- like, based on detection of the both sides of a horizontal and vertical edge, the image of an edge may be divided into the field of horizontal and vertical both sides, and may be examined by one of the ways of vote.

[0066] The approach of this invention allows removing the need for the support bit of a two-dimensional bar code, and continuing the skew estimated step of the Howe conversion base after that using a finite state recognition machine, in order to carry out location detection of the edge pixel, as discussed in the top reduces the effect of this deformation of the corner of a two-dimensional bar code. In addition, the way of vote of many fields makes the immunity over the background noise, especially line of the skew estimated approach of this invention increase further.

[0067] To the skew of bigger level, the approach of trigonometry is used [ as opposed to / as it is further discussed about step 108 of drawing 5 R> 5 in a top once a skew include angle estimates, and explained more to '189 application at the detail / the skew of smaller level ] as an alternative using a shear rotation method, and the skew correction of the candidate field is made. Although the boundary of a two-dimensional bar code is judged by the mowing step 110 of drawing 5 as an option after correcting a skew include angle Although a tighter (tighter) threshold is used and this checks the effectiveness of the candidate field of a two-dimensional bar code since skew correction is already made and a certain effective bits are not cut off The same inside-out approach as what was indicated above about the location detection step 104 is used. If a candidate field is mown, the dimension will once be compared with the dimension a two-dimensional bar code is expected to be. If dimensions differ greatly, a two-dimensional bar code will not exist in a candidate field, but as shown in drawing 5 , processing will return to the location detection step 104. If a dimension enters within limits [ near / the size of a two-dimensional bar code ], processing will read and it will progress to step 112.

[0068] At this event, location detection is carried out, skew correction is made and the scanned two-dimensional bar code is mown firmly. Although the following step is reading a data bit, this changes a two-dimensional bar code into a 20x20-bit array from the image field currently displayed as a meeting each bit of whose is the pixel of black or white in the suitable example of a logical value. Since the display with a two-dimensional bar code notation etc. is clock needlessness, note that there is no fixed reference pattern which helps to orient a read process. However, the logic size of a two-dimensional bar code is a square which is known in advance, for example, has 20 bits each side in a suitable example.

[0069] Furthermore, it is that which is made pseudo-random between coding processes (are

pseudo-randomized), and a logical low and near the edge of a column, does every specific low or column of a pixel also show higher distribution of monochrome and monochrome transition, and, probably, as for the bit in a mark, shows lower distribution near the center. This process is fully indicated in '280 application. If established according to the process in which a horizontal and vertical center line is once indicated by '280 application, a bit will be read in a two-dimensional bar code by recording the pixel value on the intersection of each horizontal and a vertical center line (for example, it setting up with \*\* "white" pixel value = "0" and \*\* "black" pixel value = "1"). Although '189 application indicates the clock approach by which it was improved for reading a bit from a two-dimensional bar code about drawing 18 A-18D This lowers an error rate by choosing the array of the output which shows that the ECC step 37 of drawing 3 has the minimum error number by reading a bit to each of four possible directions, and creating four different arrays which expresses data by it. Supposing it is judged by ECC and a read step goes wrong again here, as shown in drawing 5 , processing can return to the location detection step 104.

[0070] Although it was shown and this invention has been indicated especially, referring to a suitable example and its various viewpoints, I will be understood by the person of the usual skill [ in / in that it may succeed in various modification and corrections / a technique ], without separating from the meaning of invention, and the range. Being interpreted as that in which the attached claim contains the example indicated in this, an above-mentioned alternative, and all its equivalent is meant.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP I are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1 A] Drawing 1 A is drawing which illustrates typically the two-dimensional bar code of the '280 application printed on the page of a printing text,

[Drawing 1 B] Drawing 1 B shows the example of the two-dimensional bar code of '280 application.

[Drawing 2] Drawing 2 shows the example of the two-dimensional bar code by this invention.

[Drawing 3] Drawing 3 is a flow chart which shows the step for encoding and decrypting information on the print media by this invention.

[Drawing 4] Drawing 4 shows the two-dimensional bar code which has the monotonous area established in the surroundings of a bar code and which was printed on the print media which has a complicated background.

[Drawing 5] Drawing 5 is a flow chart which indicates how the two-dimensional bar code by this invention is read.

[Drawing 6] Drawing 6 shows arrangement of the slide aperture used as a part of location detection approach of this invention.

[Drawing 7 A] Drawing 7 A, and 7B and 7C show three alternative-examples of the retrieval pattern used as a part of location detection approach of this invention.

[Drawing 7 B] Drawing 7 A, and 7B and 7C show three alternative-examples of the retrieval pattern used as a part of location detection approach of this invention.

[Drawing 7 C] Drawing 7 A, and 7B and 7C show three alternative-examples of the retrieval pattern used as a part of location detection approach of this invention.

[Drawing 8] Drawing 8 is drawing of the finite state recognition machine used in order to detect an edge pixel in the skew estimated approach of this invention.

[Drawing 9 A] Drawing 9 A is drawing of the approach of the advanced technology of a skew include-angle estimate based on the activity of only the single line within the image of an edge,

[Drawing 9 B] Drawing 9 B is drawing of the approach of the way of vote used as a part of approach of the skew include-angle estimate of this invention.

[Description of Notations]

10 Two-dimensional Bar Code

11 Printing Page

12 Printing Text

13 Boundary

20 Two-dimensional Bar Code

21 Corner Bit

23 Black or White Pixel

200 Monotonous Area

210 Two-dimensional Bar Code

220 Background

300 Slide Aperture  
310 Core Region  
320 Monotonous Field

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-200321

(P2000-200321A)

(43)公開日 平成12年7月18日(2000.7.18)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 6 K 7/10

識別記号

F I

G 0 6 K 7/10

テーマコード(参考)

R

審査請求 未請求 請求項の数21 O L 外国語出願 (全 70 頁)

(21)出願番号 特願平11-357901

(22)出願日 平成11年12月16日(1999. 12. 16)

(31)優先権主張番号 0 9 / 2 1 2 2 4 3

(32)優先日 平成10年12月16日(1998. 12. 16)

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 ユー マ

アメリカ合衆国, ニュージャージー州, ロ  
ビンズビル, テイファニ コート 6

(72)発明者 金井 潤一

アメリカ合衆国, ニュージャージー州, イ  
ースト ウインザ, パーウイツク サ  
クル 24

(74)代理人 100062926

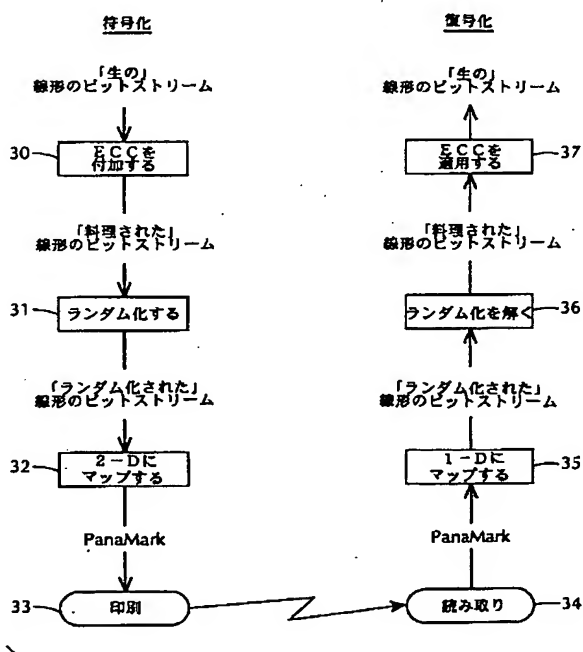
弁理士 東島 隆治

(54)【発明の名称】 2次元バーコードを場所検知し及び読取るための方法

(57)【要約】 (修正有)

【課題】複雑な背景の存在下で動作し、改善された処理速度を有し、コーナービットを含まない、印刷媒体上に印刷された境界がなくクロックのない2次元バーコードの形式でデジタル的に符号化された情報を復号化する。

【解決手段】印刷媒体を走査し、ステップ的に窓を移動させることにより、ビットマップを場所検知する。各ステップで、窓の囲む部分を試験し、ビットマップの特性に適合するか判定する。ビットマップのスキューが有れば候補領域を複数の水平領域に分割し、各領域に対して予備的なスキュー角度を計算し、実際のスキュー角度を投票のやり方を使用して選択し、スキュー修正し、切り取り、ランダム化したデジタル情報をビットマップから読取る。最後に誤りを訂正し記録する過程において、デジタル情報のランダム化を解き、誤り訂正符号を除去し、オリジナルの符号化されたデジタル情報を再現する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 符号化されたデータビットを表すデータピクセルのロウ及びコラムのビットマップの形式で、人間が読むことが出来る媒体上に印刷された、ランダム化された情報をデコードする方法であって、前記データピクセルの各々が第1又は第2の色のいずれかであり、前記ビットマップが、既定のサイズを有すると共に、既定の実質的に一様な色のピクセルの外部領域によって囲まれており、前記方法が：前記ビットマップをデジタイズするために、前記人間が読むことが出来る媒体を走査するステップ；前記ビットマップをピクセルベースのグレイスケール表示にフォーマットするステップ；前記グレイスケール表示に基づく閾値の強度のレベルを設定し、ピクセルを、前記閾値に対する関係に依存する第1のレベル又は第2のレベルに変換することにより、前記ピクセルベースのグレイスケール表示をピクセルベースの2進表示に変換するステップ；窓を、前記ピクセルベースの2進表示を横切って、既定のパターンで、ステップ的な態様で、移動させ、各ステップで、前記窓によって囲まれる前記表示の部分を試験して、前記部分が前記ビットマップの1又はそれ以上の特性に適合するかを判定し、かつ、もし前記部分が前記ビットマップの前記1又はそれ以上の特性に適合するならば、候補領域の境界を前記窓の境界として設定することにより、前記デジタイズされたビットマップに対する前記候補領域のロウ及びコラムの境界を場所検知するステップ；前記候補領域内の前記デジタイズされたビットマップのスキュー角度を判定するステップ；前記デジタイズされたビットマップをスキュー修正して、スキュー角度を実質的にゼロに減らす、スキュー修正するステップ；2進データを前記デジタイズされたビットマップから読み出して、デジタルデータの1次元配列を生成する、読み出しステップ；前記デジタルデータの1次元配列のランダム化を解くステップ；及びランダム化を解かれたデジタルデータの1次元配列を誤り訂正して、符号化された情報の実質的に誤りのないデジタル表示を生成する、ステップ、を含む、方法。

【請求項2】 請求項1の方法であって、前記場所検知するステップの前記窓が、前記ビットマップの前記既定のサイズに対応するコア領域と、前記外部領域に対応する単調な領域と、を備えており、及び、前記試験することが、前記コア領域及び前記単調な領域によって囲まれる前記表示の部分を別個に試験することと、前記部分が前記ビットマップ及び前記外部領域のそれぞれの1又はそれ以上の特性に適合するかを判定することと、を含み、及び、前記候補領域の境界が前記コア領域の境界に設定される、方法。

【請求項3】 請求項2の方法であって、前記コア領域を前記試験することが、前記コア領域によって囲まれる

前記表示の前記部分内における前記第1の色又は前記第2の色のピクセルの密度が、既定の範囲内であるかを判定することを含む、方法。

【請求項4】 請求項2の方法であって、前記単調な領域を前記試験することが、前記単調な領域によって囲まれる前記表示の前記部分内における第1の色又は第2の色のピクセルの密度が既定の範囲内であるかを判定することを含む、方法。

【請求項5】 請求項1の方法であって、前記場所検知するステップが、さらに、このステップにおいて、前記候補領域が刈り取られ、前記刈り取られた候補領域の寸法が前記ビットマップの前記既定のサイズに比較される、追加の試験するステップを含む、方法。

【請求項6】 請求項1の方法であって、前記印刷された人間が読むことが出来る媒体が更に他の情報を含み、また、前記走査するステップ、前記フォーマットするステップ及び前記変換するステップが、前記ビットマップ及び前記他の情報を演算する、方法。

【請求項7】 請求項1の方法であって、前記スキュー角度を判定するステップが、有限状態認識器を使用して、前記ビットマップ内の水平又は垂直の端を場所検知すること；ハウ変換を使用して、前記水平又は垂直の端を表す、前記ビットマップ内の水平又は垂直の線の座標を計算すること；及び前記スキュー角度を、前記ビットマップ内の前記水平又は垂直の線の座標と、前記候補領域内のピクセルのロウを表す水平線又は前記候補領域内のピクセルのコラムを表す垂直線と、の間の角度として計算すること、を含む、方法。

【請求項8】 請求項7の方法であって、前記候補領域が複数の水平及び／又は垂直の領域に分割され、予備的なスキュー角度が前記複数の水平及び／又は垂直の領域のそれぞれについて計算され、及び、前記スキュー角度が前記予備的なスキュー角度（複数）から、投票のやり方によって選択される、方法。

【請求項9】 前記投票のやり方が、前記予備的なスキュー角度の中央値を選択する、請求項8の方法。

【請求項10】 前記投票のやり方が、前記予備的なスキュー角度の平均値を選択する、請求項8の方法。

【請求項11】 請求項1の方法であって、更に前記場所検知するステップに先だって、既定の因子により、前記ピクセルベースの2進表示の解像度を落とすステップ；及び、前記場所検知するステップが、前記ピクセルベースの2進表示のオリジナルの解像度で、前記候補領域を抽出するステップ、を含む、方法。

【請求項12】 請求項1の方法であって、前記場所検

知するステップが、前記変換された表示の少なくとも1つの既定の部分横切る既定のパターンで、前記窓を移動する、方法。

【請求項13】 請求項12の方法であって、前記既定のパターンがロウに沿って移動し、前記変換された表示の中央のロウを出発し、それから、それぞれ1ロウ上方へ、それから1ロウ下方へ反復して移動し、前記変換された表示の1番目のロウ及び最終のロウが到達されるまで移動する、方法。

【請求項14】 前記少なくとも1つの既定の部分が、前記変換された表示の少なくとも1つの隅から成る、請求項12の方法。

【請求項15】 前記スキュー修正するステップの後に、前記デジタイズされたビットマップを刈り取るステップを更に含む、請求項1の方法。

【請求項16】 符号化されたデータビットを表すデータピクセルのロウ及びコラムのビットマップの形式で、人間が読むことが出来る媒体上に印刷された、ランダム化された情報をデコードする方法であって、前記データピクセルの各々が第1又は第2の色のいずれかであり、前記ビットマップが既定のサイズを有し、及び既定の実質的に一様な色のピクセルの外部領域によって囲まれており、前記方法が、前記ビットマップをデジタイズするために、前記人間が読むことが出来る媒体を走査するステップ；前記ビットマップをピクセルベースのグレイスケール表示にフォーマットするステップ；前記グレイスケール表示に基づき、閾値の強度レベルを設定して、かつ、前記閾値より大きい又はこれと等しいピクセルを第1のレベルに変換し、前記閾値より小さいピクセルを第2のレベルに変換することにより、前記ピクセルベースのグレイスケール表示を、ピクセルベースの2進表示に変換する、ステップ；前記デジタイズされたビットマップの、候補領域のロウ及びコラムの境界を場所検知するステップ；有限状態認識器を使用して前記ビットマップ内の水平又は垂直の端を場所検知することと、ハウ変換を使用して前記水平又は垂直の端を表す前記ビットマップ内の水平又は垂直の線の座標を計算することと、及び、前記スキュー角度を、前記ビットマップ内の前記水平又は垂直の線の座標と、前記候補領域内のピクセルのロウを表す水平線又は前記候補領域内のピクセルのコラムを表す垂直線と、の間の角度として計算することと、により、前記候補領域内の前記デジタイズされたビットマップのスキュー角度を判定するステップ；スキュー角度が実質的にゼロに減らされるように、前記デジタイズされたビットマップをスキュー修正するステップ；デジタルデータの1次元配列を生成するために、2進データを前記デジタイズされたビットマップから読み出すステップ；前記デジタルデータの1次元配列のランダム化を解くステップ；及び符号化された情報の実質的に誤りのないデジタル表

示を生成するために、ランダム化を解かれたデジタルデータの1次元配列を誤り訂正するステップ、を含む、方法。

【請求項17】 請求項16の方法であって、前記場所検知するステップが、窓を、前記ピクセルベースの2進表示を横切って、既定のパターンで、ステップ的な態様で、移動させ、各ステップで、前記窓によって囲まれる前記表示の部分を試験して、前記部分が前記ビットマップの1又はそれ以上の特性に適合するかを判定し、かつ、もし前記部分が前記ビットマップの前記1又はそれ以上の特性に適合するならば、前記候補領域の境界を前記窓の境界として設定する、ことを含む、方法。

【請求項18】 請求項16の方法であって、更に、前記場所検知するステップに先だって、既定の因子により前記ピクセルベースの2進表示の解像度を落とすステップを含み；かつ、前記場所検知するステップが、前記ピクセルベースの2進表示のオリジナルの解像度で、前記候補領域を抽出する、方法。

【請求項19】 前記スキュー修正するステップの後に、前記デジタイズされたビットマップを刈り取るステップを更に含む、請求項16の方法。

【請求項20】 走査された2進画像内の2次元バーコードを場所検知する方法であって、既定のパターンで、ステップ的な態様で、前記画像を横切って、窓を移動させること；各ステップで、前記部分が前記2次元バーコードの1又はそれ以上の特性に適合するか判定するために、前記窓によって囲まれる前記画像の部分を試験すること；及びもし前記部分が前記2次元バーコードの前記1又はそれ以上の特性に適合するならば、前記デジタイズされたビットマップの境界を前記窓の境界として設定すること、を含む方法。

【請求項21】 走査された2進画像の候補領域内の2次元バーコードのスキュー角度を判定する方法であって、有限状態認識器を使用して、前記2次元バーコード内の水平又は垂直の端を場所検知するステップ；ハウ変換を使用して、前記水平又は垂直の端を表す、前記2次元バーコード内の水平又は垂直の線の座標を計算するステップ；及び前記スキュー角度を、前記2次元バーコード内の前記水平又は垂直の線の座標と、前記候補領域内のピクセルのロウを表す水平線又は前記候補領域内のピクセルのコラムを表す垂直線と、の間の角度として計算するステップ、を含む、方法。

【発明の詳細な説明】



## 【0001】

【発明の属する技術分野】発明の分野発明は、一般的に、画像内に印刷された2次元バーコードを場所検知し (locate) 及び読取るための改良された方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】発明の背景

いつの日にか我々が「紙のない社会」に暮らすようになるという、しばしば耳にする予測に反して、紙や他の印刷媒体は、廉価で効率が良く便利な通信のための手段として、ますます増大する重要な役割を演じている。しかし紙についての基本的制約は、コンピュータの立場からは、それが現時点では出力のみのフォーマットであることである。紙は、人間が使用するための情報を表示するための好ましい媒体ではあろうが、それが一旦印刷されると、コンピュータにとって、データを信頼性をもって回復することは不可能でないとしても困難である。光学的文字認識 (OCR: optical character recognition) は、標準フォントを用いて表現されたテキストのような比較的簡略な範囲でこの問題を解決することを企てるが、これまでのところ、限定的な成功を収めただけである。99%の正確率が多分達成可能であり、印象的と感じられるであろうが、3,000文字を有するページは未だ平均で30個のOCR誤りを抱えており、したがって、費用がかさみ時間もかかる人手による後処理を必要とする。

【0003】他のアプローチは、紙 (又はマイクロフィルムのような他の印刷媒体) の上に直接含まれるかもしれない、コンピュータで読むことが出来る、バーコードを使用する。一旦符号化されると、そのようなバーコードは、人間の読み手には明らかであるがコンピュータには認識することが困難な情報 (例えば印刷されたテキスト)、ページの作成に対して黙示するが人間の読み手には本質的に見えない情報 (例えばスプレッドシート (マトリックス清算表。spreadsheet) の式 (formulas)、又は、紙上の実際の文字テキストに依存するか否かにかかわらず他の任意の所望の情報、を回復するために、コンピュータによって使用されることが可能である。

【0004】デジタルデータが紙上に直接記録されるところの、コンピュータで読むことが出来るバーコードは知られており、簡略な数字の符号化及び走査の技術を用いて、決まった値 (複数) のセットを付与された文書又は製品の同定 (identification) のために、使用されてきている。過去において採用されてきた文書又は製品の同定システムは、広い範囲の領域で用途を見い出してきたバーコードマーカースキャナーとを備える。紙の文書に関しては、関連する機器に情報を提供するために、紙の中の特別のマーク又はパターンが使用されてきており、例えば、ヒカワ (Hikawa) に

よって米国特許第5,051,779号に教えられるような画像処理のためのジョブ制御シートである。

【0005】同様に、符号化情報を有する同定マークが、ジョンソン (Johnson) 及びその他の者に対する米国特許第5,060,980号に記載されているように、事前に印刷された書式 (form) の表面の上に印刷されてきた。ジョンソン及びその他の者のシステムは、利用者が、書式の紙コピー上の領域に手書きの情報を入れ、それから、コンピュータに電子的に記憶される、複製書式の領域への挿入を提供するために、書式を走査する、ことを提供する。さらに他のシステムが、ブルームバーグ (Bloomberg) 及びその他の者の米国特許第5,091,966号に記載されており、これは絵文字形状の符号 (glyph shape codes) の復号化を教えるものであって、この符号は、紙上にデジタル的に符号化されたデータである。同定符号はコンピュータによって読取られることが可能であり、それによって、このような文書を同定し、検索し (retrieving)、伝送するといった、コンピュータの文書の取扱いを容易にする。

【0006】上述のような多様な形状のバーコードの他に、印刷媒体上にデジタル的に符号化された情報を表す「データライン」の複数のロウ (行。row) を有する「データストリップ」と呼ばれる2次元バーコードもまた、技術において知られている。各データラインのロウは、それぞれ2進の「0」と「1」とを表す一連の黒と白とのピクセルから成る。各ロウのビットの順序が、そこに記憶されるデジタルデータを判定する。ロウの全体の内に記憶されたデータが、2次元バーコードに含まれるデータを規定する。典型的には、バーコードを読取るために、利用者はハンドスキャナーを通すが、それは、各データラインのロウにある情報を、バーコードの長さには垂直方向に沿って同時に読取って、全てのデータラインのロウを読取る。

【0007】紙媒体にデータラインのロウを有するデータストリップ2次元バーコードを使用する先行技術によるシステムの例は、ブラス (Brass) 及びその他の者の米国特許第4,692,603号、第4,754,127号及び第4,782,221号に見出される。このシステムでは、2次元バーコードは、コンピュータプログラム及びデータを紙上に符号化するために使用され、ハンドスキャナーの使用により走査されるデータラインのロウから成る。コンピュータプログラム及びデータを符号化することに加えて、これらのデータラインは、又、追跡 (トラッキング。tracking) 及び同期のビットを含むが、以下では「クロックビット」と呼ばれる。直接に各データラインのロウ内で多数のクロックビットを使用するという要件は、各ロウ内に記憶され得るデジタルデータの量を著しく減らす。さらに、このようなバーコードが写真複写されたりファクシミリシ

システムで伝送されるとありふれたことであるが、もし、クロックビットを有するデータラインの口が損傷を受ければ、このようなクロックビットが失われて、バーコードに符号化された情報を復号することが、不可能ではないにしても、困難になる。

【0008】2次元バーコードの他の例は、(1)ノウルズ (Knowles) に対する米国特許第5,083,214号、これは、符号化データ自身内に埋込まれたクロックビットを必要とする2次元バーコードシステムを記載する；及び(2)サント・アンセルモ (Sant'Anselmo) 及びその他の者に対する米国特許第4,924,078号、これは、方向付け (orientation) 及び／又はタイミングのセルの境界 (cell border) がバーコード自身の本体内に含まれる2次元バーコードシステムを記載する；を含む。

【0009】加えて、共に係属中の特許出願「クロックのない2次元バーコード及びこれを印刷し読取るための方法」(1995年12月8日に提出された、シリアル (serial) 番号08/569,280号) (「'280出願」) においては、この内容は言及によって明示的にこの中に織り込まれているが、バーコードの4辺の少なくとも1つの上に境界 (border) を有するクロックのない2次元バーコードが記載されており、この境界はバーコード自身の範囲の外側に置かれる。この2次元バーコードは時に「パナマークス (PanMarks)」(登録商標) と呼ばれる。この中において図1Aに描写されるように、2次元バーコード10が印刷ページ11の右下隅に印刷されるが、この位置は全く任意である。

【0010】図1Aに描写される実施例においては、印刷ページ11の残余の部分は印刷テキスト12によって占められている。しかし、技術において熟練する者は理解するであろうように、いかなる型のコンピュータで生成された印刷物であっても、例えばスプレッドシート又はグラフィクスであっても、印刷テキスト12と置き換えられることができる。ここに図1Bに描写される2次元バーコード10は、その辺の4つ全ての上に存在する境界13を備える。'280出願に十分に記載されるように、境界13は2次元バーコード10の4辺の1つの上で必要とされるだけであるが、美的理由によって、典型的には、それは4辺全ての上に含まれる。

【0011】また、共に係属中の特許出願「境界がなくクロックのない2次元バーコード及びこれを印刷し及び読取るための方法」(1998年6月1日に提出された、シリアル番号09/088,189号) (「'189出願」) においては、この内容は言及によって明示的にこの中に織り込まれているが、境界がなくクロックのない2次元バーコード (この中の図2に示される) が、これを印刷し及び読取る方法と共に記載されている。バ

ーコードに関する2つの代替的な記号等による表示 (symbolologies)、即ち、4つのコーナービット21が黒であることを必要とする第1の記号等による表示 (白い背景に印刷される場合) と、黒のコーナービット21が必要とされない第2の記号等による表示と、が'189出願に示されている。同様に、図2のバーコードを読取るための2つの代替的な方法、即ち、この中において図8Aのフローチャート及びそれに関する説明によって記載されるように、コーナービットを必要としないバーコード上で動作する第1の方法と、この中において図8Bのフローチャート及びそれに関する説明によって記載されるように、コーナービットを有することを必要とするバーコード上で動作する第2の方法と、が'189出願に記載されている。

#### 【0012】

【発明が解決しようとする課題】 '189出願に記載されたバーコードを読取るための2つの方法は満足の行く結果を与えるが、バーコードが複雑な背景を持ったページ上に印刷される場合には、'189出願の図8A及び8Bの場所検知ステップ70によって与えられる結果は、それはその中で図9A及び9Bに関連して記載されているが、特に単一線のノイズ条件の存在 (つまり、バーコード内のビットブロックの幅より狭いか又はこれと等しい幅を有する、バーコードを任意に横切る線であって、これはファックスされた文書や、保守の良くないプリンタで印刷された文書においてしばしば発生し得る) に際しては、最適より劣るものであることが、見出された。加えて、処理速度を増加させるために、'189出願の図8A及び8Bのハウ変換 (Hough Transform) のスキュー角度 (歪曲角度。skew angle) の見積もりステップ71における変更が、され得ることが見出された。また、バーコードがコーナービットを含むことを必要とし、バーコード内に記憶され得るビット数を減少させ、最適より劣る処理速度を有する、'189出願の図8Bのテンプレート整合のスキュー角度の見積もりステップは、本発明のハウ変換のスキュー (歪曲。skew) の見積もりステップの処理速度の増加によって、もはや必須 (required) ではない。

【0013】したがって、複雑な背景の存在下で動作することが出来る、印刷媒体上に印刷された境界がなくクロックのない2次元バーコードの形式でデジタル的に符号化された情報を、復号化する方法を提供することが、本発明の目的である。改善された処理速度を有する、印刷媒体上に印刷された境界がなくクロックのない2次元バーコードの形式でデジタル的に符号化された情報を、復号化する方法を提供することが本発明の追加の目的である。コーナービットを含まない、印刷媒体上に印刷された境界がなくクロックのない2次元バーコードの形式でデジタル的に符号化された情報を、復号化する方法を

提供することが本発明のまた更なる目的である。

【0014】境界を含んでも含まなくても良い、印刷媒体上に印刷された2次元バーコードの形式でデジタル的に符号化された情報を、復号化する方法を提供することが本発明の他の目的である。本発明の多様な他の目的、利点及び特徴は、後に続く詳細な説明から容易に明らかとなるであろうし、新規な特徴は添付された請求の範囲で特に指摘されるであろう。

【0015】

【課題を解決するための手段】発明の要約これらの及び他の目的が、符号化されたデータビットを表すデータピクセルのロウとコラム(列、column)のビットマップの形式で人間が読むことが出来る媒体上に印刷された、ランダム化された情報を復号化する方法によって実現される。データピクセルの各々が第1又は第2の又は色を有する。ビットマップは、既定のサイズを有し、既定の実質的に一様な色のピクセルの外部領域によって囲まれる。対照的な色の境界が、外部領域(outer region)内に存在しても良い。人間が読むことが出来る媒体は、ビットマップをデジタイズ(図形を読み取って数値化する、digitize)するために、最初に走査され、次いでピクセルベースのグレースケール表示(gray scale representation)にフォーマットされる。ピクセルベースのグレースケール表示は、グレースケール表示に基づく閾値強度レベルを設定して、閾値より大きいか又はこれと等しいピクセルを第1のレベル即ち「0」に変換し、閾値より小さいピクセルを第2のレベル即ち「1」に変換することにより、ピクセルベースの2進表示(binary representation)に変換される。

【0016】デジタイズされたビットマップのロウ及びコラムの境界は、ピクセルベースの2進表示を横切って、窓(window)を既定のパターンでステップ的な態様(stepwise fashion)で移動させることにより、場所検知される。各ステップで、窓によって囲まれる表示の部分が、その部分がビットマップの1又はそれ以上の特性に従っているかどうかを判定するために試験され、その部分がビットマップの1又はそれ以上の特性に従っている場合には、デジタイズされたビットマップの境界が窓の境界として設定される。デジタイズされたビットマップのスキュー角度が判定され、もし必要な場合には、スキュー角度が実質的にゼロに減らされるように、デジタイズされたビットマップのスキューが取り除かれる。デジタイズされたビットマップはその後に刈り取られ(cropped)、2進データがデジタイズされたビットマップから読出され、これによって、デジタルデータの1次元配列を生成する。最後に1次元配列がランダム化を解かれ(is derandomized)、誤り訂正が適用されて、符号化情報の実質的に誤りのないデジタル表示が生成される。

【0017】1つの実施例では、場所検知ステップ(locating step)で使用される窓は、ビットマップの既定の大きさに対応するコア領域(core region)と、外部領域に対応する単調な領域(quiet region)と、を具備する。試験は、コア領域と単調な領域とによって囲まれる表示の部分を別個に試験して、それらの部分がそれぞれビットマップと外部領域との1又はそれ以上の特性に従うかどうかを判定することを、具備する。好ましくは、各領域のピクセル分布が試験されて、それが既定の範囲内に入るかどうかを判定し、ビットマップが画像内に存在することを確認する(verify)、つまり、コア領域内のビットマップはおおよそ五分五分の(even)ピクセル分布を有するであろうし、外部領域は「0」又は「1」のいずれかが100%に近いピクセル(複数)を有するピクセル分布を有するであろう。

【0018】コア領域及び単調な領域によって囲まれる表示の部分がビットマップの1又はそれ以上の特性に従う場合には、デジタイズされたビットマップの候補領域の境界は、コア領域の境界に設定される。加えて、もし、窓によって囲まれる表示の部分が前の試験を満足することが見出されるならば、コア領域によって囲まれた部分も刈り取られてその中の候補のビットマップの外部境界を判定し、外部境界がビットマップの既定の寸法と比較され、ビットマップが窓内に存在することをさらに確認する。

【0019】本発明の他の実施例では、場所検知された候補領域内の全ての水平又は垂直の端を最初に場所検知することにより、好ましくは有限状態認識器(finite-state recognizer)を用いて、スキュー角度が判定される。水平又は垂直の端を表す、場所検知された候補領域内の、水平又は垂直の線の座標は、それからハウ変換を用いて計算される。最後にスキュー角度が、候補領域内の水平又は垂直の線の座標と、表示内のピクセルのロウを表す水平線又は候補領域内のピクセルのコラムを表す垂直線と、の間の角度として、計算される。オプションとして(optionally)、水平及び垂直の端の双方が場所検知されることができ、スキュー角度は水平及び垂直の端の双方を用いて計算されることができる。

【0020】さらに他の実施例においては、候補領域が複数の水平及び/又は垂直の領域に分割される。予備的なスキュー角度が複数の水平及び/又は垂直の領域の各々について計算され、スキュー角度が予備的なスキュー角度から投票方式で選択される、つまり中央値が選択される。

【0021】図面の簡潔な説明

以下の詳細な説明は、例示の方法によって与えられ、本発明をそれだけに制約することを意図されるものではないが、付随する図面と関連付けて最良に理解されるであ

ろう。

#### 【0022】

【発明の実施の形態】好適な実施の詳細な説明  
双方が「保証可能な光学的文字認識」と題されたロプレスチ (Loprest i) 及びその他の者に対する米国特許第5, 625, 721号及び第5, 703, 972号、並びに、「印刷文書の光学的文字認識を良くするための方法及び手段」と題された米国特許第5, 748, 807号、に十分に記載されているように、この内容は言及によって明示的にこの中に織り込まれているが、文書の、内容、レイアウト、世代及び検索 (retrieval) に関する情報が、文書を最初に作成する際又は引き続きそのコンピュータ処理の際に、コンピュータによって符号化されることが出来る。符号化された文書情報が、それから、文書の印刷バージョンの表面上に生成される2次元バーコードによって、提供されることができる。現在利用できる進歩した符号化及び印刷の解像度能力は、たった1平方インチのスペース (space) に30, 000ビットまでの情報を収容できる。したがって、上に言及された出願によって教えられるように、理論的には、全部の文書の内容を符号化することができ、2次元バーコードのために進んで犠牲にする文書の表面上のスペースの量、によってのみ制約される。

【0023】光学的ページスキャナーと関連する又はそれとは全く別個のバーコードスキャナーが、2次元バーコードを走査して、適切な認識及び復号化のソフトウェアを備えた付随システムに情報を供給することができる。復号化された情報は、それから、文書の新たなバージョンを作成し、又は、走査された文書の認識、再現及び誤り訂正をより良くするために、走査システムによって使用される。以下で図8に関して論じられる有限状態認識器の好適な実施例については、スキャナーの走査解像度が、2次元バーコードの各論理ビットについて少なくとも3×3ピクセルマトリクスを確立できるならば、2次元バーコードを復号化するために、このようなバーコードスキャナー及び走査システムが2次元バーコードの印刷解像度を知ることは、必須ではない。

【0024】2次元バーコードの形式で符号化された情報は、紙の文書を作成するために既に使用されているソフトウェアツールをより良くするために、使用されることができる。例は、ワープロ、スプレッドシート、オブジェクト指向グラフィクス、及び、音声記録や写真撮像のようなマルチメディアの応用を含む。

【0025】図1の2次元バーコード10に使用される境界13は、'280出願の中に記載された鍵となる手順の大部分が、境界が存在するか否かにかかわらず動作するため、'280出願において開示された発明の重要な特徴ではなかった。しかし、境界10は'280出願において、スキュー見積もり及びスキュー修正 (deskewing) のステップによって、使用された。

【0026】図2は、'189出願において導入された2次元バーコードの記号等による表示の例を示す。2次元バーコード20は、2次元格子の中にデータビットの符号化されたセットを具備する。典型的には、符号化された各データビットは、黒又は白のピクセル23のマトリクスとして印刷される。好ましくは、1個のデータビットを表すピクセルマトリクスは正方形であり、1×1マトリクスと小さくても良く、又は6×6マトリクスと又はそれ以上に大きくても良い。正方形でないマトリクスも、使用されて良い。2次元バーコード20の記号等による表示においては、クロック又は境界は必要ではなく、必須ではない。サイズは柔軟性があること、及び、サイズに関する唯一の要件は読取り過程が符号化された配列のサイズを知っていることだけであるということ、が認められ得るが、好適な実施例においては、2次元バーコード20は、各ビットが9×9ピクセルのマトリクスに記憶された、20×20のデータビットの配列である。

【0027】バーコードの記号等による表示の2つの異なる実施例が、'189出願に記載されている。第1の実施例では、4個のコーナービット21が常に黒である (白い背景に印刷される場合)。第1の実施例における4個のコーナービット21は「アンカー」ビットと呼ばれる。'189出願の第1の実施例における残りのデータビットは疑似ランダム化されており (are pseudo-randomized)、所望の情報と誤り訂正ビットとのいかなる組合せをも保持できる。第1の実施例の記号等による表示は、スキューが小さく、かつ2次元バーコード20がいかなる損傷も受けていない場合に、良いスキュー見積もりを提供する。

【0028】しかし、隅にアンカービット (anchor bits) 21を置くことが、それらを損傷の影響を受けやすくしている。そういうわけで '189出願に記載される第2の実施例においては、アンカービット21の要件がなく、2次元バーコード20は単にN×Mのデータビットの配列であり、好ましくはN=M=20であり、この場合には50バイト (400ビット) までの情報の記憶を提供する。第2の実施例においては、全てのデータビットが疑似ランダム化されており、所望の情報と誤り訂正ビットとのいかなる組合せをも保持できる。好ましくは、従来の (7, 4) ハミング符号が、ランダムノイズを検知し訂正するための誤り訂正符号として使用され、この場合には2次元バーコードは28バイト (224ビット) までの情報を保持できる。

【0029】図3は、符号化/復号化過程に含まれるステップを例示する。本発明の方法に関してこの中で論じられる場合を除いて、各ステップは、より詳細に '280出願及び/又は '189出願において記載されている。符号化過程の間には、1次元の線形のビットストリーム形式の入力データが、最初にステップ30で処理

されて標準のブロックベースの誤り訂正符号（「ECC」: error correction code）を加えられ、ステップ31でランダム化され、ステップ32で1次元ビットストリームから2次元表示すなわち2次元バーコードへとマップされ、及び、ステップ33で2次元バーコードが最終的に印刷される。復号化過程はこれらのステップを逆順で反復し、ステップ34で印刷された2次元バーコードが読取られ、ステップ35で2次元から1次元表示へとマップされ、ステップ36でランダム化を解かれ、最後にステップ37でECCが適用されて「生の（row）」線形のビットストリームを再生成する。特に、本発明の方法は読取りステップ34において使用される。

【0030】図5は、本発明の読取り手順におけるステップを例示する。最初に、走査されたグレイスケール画像が、閾値適用ステップ100によって黒白に変換され、その際、ある強度レベルが動的に選択され（すなわち、ピクセル値の平均値又は中央値）、選択された強度レベルに等しいか又はそれを越えるレベルを有するピクセルが黒（又は白）と見なされ、選択された強度レベルより低い強度レベルを有するピクセルが白（又は黒）と見なされるであろう。次に、処理を速めるために、以下でさらに論じられるように、走査された入力画像の解像度が、オプションとして、ステップ102で落とされる（reduced）。以下で図4、6、及び7に関して更に論じられるように、候補の2次元バーコード領域が本発明のスライド窓法（sliding window method）によって場所検知され、入力画像から抽出される。もし、候補領域が2次元バーコードを含むと判定されるならば、ステップ104で候補領域がオリジナルの画像から抽出される（オリジナルの解像度で）。それから、この中の図8及び9に関して更に記載されるように、ステップ106で、候補領域内の2次元バーコードのスキュー角度が、本発明の方法により見積もられる。

【0031】'189出願において更に詳細に記載されているように、一旦、スキュー角度が知られれば、それはステップ108で必要によって修正される。特に、も

$$R(I, J) = O(\text{row\_skip} * I, \text{col\_skip} * J) \quad (1)$$

範囲は：

$$0 \leq I < \text{row\_m} / \text{row\_skip}$$

$$0 \leq J < \text{col\_m} / \text{col\_skip}$$

ここで、 $O(x, y)$  はオリジナルの入力画像を表示し、 $R(x, y)$  は落とされた画像（reduced image）を表示し、 $\text{row\_m}$  及び  $\text{col\_m}$  はそれぞれ入力画像配列の垂直及び水平のサイズを表示し、 $\text{row\_skip}$  及び  $\text{column\_skip}$  はそれぞれ垂直及び水平方向のサンプリング因子である。好ましくは、 $\text{row\_skip}$  及び  $\text{column\_skip}$  はどちらも4に等しい。技術において相応に熟練する者は

し、スキュー角度 $\phi$ が、これ以上では読取りステップ112がもはや信頼性をもってバーコードを読み取ることができない、最小閾値 $\alpha$ より大きい、しかし第2の閾値 $\beta$ より小さい場合には、単純なスキュー修正方法が用いられる。スキュー角度 $\phi$ が、典型的には7度のスキューに設定される第2の閾値 $\beta$ より、大きい場合には、単純なスキュー修正方法より多くの処理時間を必要とする三角法によるスキュー修正過程が用いられる。単純なスキュー修正方法は、せん断回転法（shear rotation method）を利用しており、'189出願において、その中の図16A、16B及び16Cに関して十分に開示されている。三角法によるスキュー修正過程もまた、'189出願において、その中の図17に関して十分に記載されている。

【0032】以下で更に記載されるように、候補領域は、オプションとして、ステップ110で刈り取られ、2次元バーコードの周囲にぴったりした境界を作成する。最後に、'280及び'189出願において十分に記載されているように、ステップ112において、2次元バーコードに符号化された情報が候補領域から読取られる。候補領域は、それが2次元バーコードのある特性を含むことを確認するために、刈り取りステップ110及び読取りステップ112の双方において試験されても良く、候補領域がそのような特性を含んでいない場合には、処理が場所検知ステップ104に戻り、候補領域の探索を再開することができる。

【0033】技術において相応に熟練する者ははっきりと理解するであろうように、画像の解像度は他の因子で落とされても良く、処理速度が課題でないならば、このステップは実行される必要が全くないが、読取り過程の第1のステップ102は、好ましくは4の因子で、画像の解像度を落とし、場所検知ステップ104を速める。好ましくは、入力画像が単純にサブサンプルされて（sub-sampled）、より低解像度の画像を作成する。以下の数式が、この方法でどのようにしてオリジナルの入力画像から、落とされた解像度の画像（reduced resolution image）が生成されるか、を記載する：

はっきりと理解するであろうように、入力画像の解像度を落とす他の方法が、式（1）によって記載される好適な方法と置き換えられても良い。

【0034】場所検知ステップ104が、所与の文書画像内の2次元バーコードの場所を判定する。場所検知の先行技術の方法は、'280出願に記載されるような、画像ピクセルの水平及び垂直の射影のヒストグラムの分布に基づく単純な場所検知のやり方（scheme）と、共に係属中の特許出願「画像内の機械読取り可能な2次元バーコードを場所検知する方法（補正されている）」（1997年3月17日に出願された、シリアル

番号08/822, 347号) (「347出願」) に記載される、数学的な形態学 (morphology) ベースのやり方と、を含む。280出願の単純な場所検知のやり方は、画像内の2次元バーコードの場所に無関係に比較的迅速であるが、しかし2次元バーコードが、複雑な背景上に印刷されているか、単一の線ノイズを含むか、又は5度より大きなスキュー角度を有するか、の場合は、最適な結果を提供しない。347出願の形態学ベースの場所検知のやり方は、印刷テキストのような文書背景を取り扱うことができるが、しかし図4の暗い背景220のような複雑な背景を取り扱うことができず、及び、処理速度の点でそれほど効率的ではない。本発明の、以下に記載される方法は、双方の先行技術の方法の有益な特性を有しており、及び、2次元バーコードを、それが図4の暗い背景220のような複雑な背景を有する文書上に印刷されている場合に、場所検知することができる。

【0035】次に図4を参照すれば、2次元バーコード210が背景220のような複雑な背景を含む印刷媒体内に含まれる際に、場所検知過程の正確度を改善するため、それ(2次元バーコード)が印刷される場合に、白いスペースの単調な区域200が、今度は2次元バーコード210の周囲に明示的に作成される。単調な区域200は、また、線ノイズ及び2次元バーコードのスキューの存在下で、場所検知過程の正確度を改善する。図1Aに示されるように、2次元バーコードが、テキストやグラフィックスのような文書内容がその中に存在する縁 (margins) の外側の、文書の隅に置かれる場合には、白いスペースの領域は本来的に存在する。しかし、文書がこのような縁や他の白いスペースの領域を含まない場合には、はるかに困難な状況が現われる。したがって、2次元バーコード210の周囲の単調な区域200の存在を明示的に必要とすることによって、2次元バーコード210は、図4に一般的に示されるように複雑な背景を有する文書上のいかなる場所に置かれても良く、それでもなお、本発明の方法によって読取られる。

【0036】図5の場所検知ステップ120は、2次元バーコードが単調な区域 (quiet zone) (白い領域) の中央で場所検知されるという事実を利用するが、この組合せは、いかなる種類の文書背景上にも印刷されることができる。このようにして、2次元バーコードは、図4に示されるように、白い境界領域によって囲まれる。技術において相應に熟練する者ははっきりと理解するであろうように、単調な区域はそこにある実質的に全てのピクセルが同じ色であることを必要とするが、しかしその特定の色は、黒又は白であって良い (又はカラー文書の場合には他の色でも良く、これは閾値ステップ100で黒又は白に変換される)。場所検知ステップ120は、例えば印刷や走査の間に単調な区域に導入され得るあるレベルの「斑点 (speckle)」ノイズ

及び線ノイズを許さなければならない。

【0037】場所検知ステップ120は、図6に例示されるスライド窓300を使用して、入力画像内の2次元バーコードを場所検知する。特に、スライド窓300は入力画像を横切って移動され、選択された位置において、スライド窓300の範囲内の画像の部分を抽出するために、使用される。画像の抽出された部分が、それから試験されて、以下で更に論じられるように、その中に2次元バーコードの候補領域が存在するかを判定する。スライド窓300は2つの領域：(1) コア領域310と、(2) 単調な領域320と、を有する。コア領域310は2次元バーコードそれ自身に対応し、単調な領域320は2次元バーコードの単調な区域に対応する。2つの領域のサイズは主に2次元バーコードの仕様、つまり図4に示される2次元バーコード210及び単調な区域200のサイズ、によって決められる。しかし、図6においてスキューした2次元バーコードによって示されるように、2次元バーコードがスキューしている場合には、2次元バーコードを含むために必要となる矩型の窓のサイズは増大するので、2次元バーコードがある最大量までスキューしている状況を受け入れるために、スライド窓300のコア領域のサイズは2次元バーコードの予期されるサイズより若干大きい。加えて、この特徴はまた、2次元バーコードが印刷及び/又は走査の過程の間に若干拡大され、それでもなお本発明の方法によって場所検知される、ことを許す (allow)。

【0038】スライド窓300のための多様な探索パターンが使用され得る。簡単のためには図7Aに示すように、探索パターンは、画像の上左隅から出発し、1 rowずつ、各rowを左から右へと走査することができるが、これは実施することが容易であるが、しかし所与の画像内の2次元バーコードの場所に関するいかなる先験的知識 (a priori knowledge) をも使用せず、それゆえに、最も効率的な探索方法ではないであろう。

【0039】実際には2次元バーコードは通常、ページ内の既定の場所に印刷される。したがって復号化の際には、文書画像全体の小さな部分だけが、スライド窓300によって走査される必要がある。この小さな領域は、通常、例えば文書の各隅のような、2次元バーコードの予期される場所に従って走査する装置によって、得られる。一旦小さな領域 (単数) (又は領域 (複数)) が抽出されれば、2次元バーコードが、その抽出された小領域の、境界に近いことよりも、中央に近いことの方が、よりありそうである。

【0040】好適な探索パターンは、図7Bに示されるように、抽出された小領域の中央から出発し、らせん様のパターンで外側に広がるが、これは、2次元バーコードの候補領域が、図7Aに関して論じられた単純な方法よりずっと迅速に、場所検知されることを許す。しか



し、この探索方法の実施はより複雑であり得る。したがって、図7Bの探索パターンより実施が複雑でなく、しかし図7Aの探索パターンより速い探索パターンが、図7Cに示されるように、抽出された小領域上でロウごとに探索する、ジャンプロウ探索パターン(jump row search pattern)を使用して、代替に実施されても良い。図7Cに示されるように、ジャンプロウ探索パターンは、中央ロウで探索を開始し、それから中央ロウから1ロウ上及び1ロウ下にジャンプし、それから中央ロウから2ロウ上及び2ロウ下にジャンプし、2次元バーコードの候補領域が見出されるか、又は抽出された小領域の頂(top)及び底(bottom)に到達するまで、各ロウを探索する。各ロウについて、ジャンプロウ探索パターンは左から右へと探索する。図7Bのらせん様のパターンほど効率的ではないが、それは、より実施しやすい。

【0041】さらに、もし、改善された効率が必要であれば、この中で論じられた各探索パターンは、例えば、図7A-7Cに示された偶数ナンバーの経路に沿ってのみ探索を行なうように、いくつかの走査経路(scan path)をスキップすることによる探索へと変更されることができる。

【0042】スライド窓が各場所を通過する際に、スライド窓300内の画像領域が、2次元バーコードの、ある特性を含んでいるか見るために、チェックされる。上に示されるように、2次元バーコードの中のビットはランダム化されており、ビットの一樣な分布を含む。加えて、2次元バーコードの概略のサイズが知られており、2次元バーコードは、白いスペースの単調な区域で囲まれている。本発明の場所検知方法は、各ステップで画像領域をチェックして、それがこれらの特徴を含んでいるかどうかを判定し、画像領域が2次元バーコードの候補領域として選択されるべきかどうかを判定する。

【0043】各位置での最初の試験として、スライド窓300のコア領域310内の画像のコア領域密度(Core Region Density)の値が試験され、それが既定の範囲内に入るかを判定する。特に、2次元バーコード内のビットが、ランダム化過程の理由により、一樣なパターンで分布するので、十分に一樣な2次元バーコードは同数の黒いピクセルと白いピクセルとを有するであろう。「コア領域密度」は、走査窓300のコア領域310内部のピクセルの総数に対する黒いピクセルの数の比率として、定義される。走査装置の2進化の過程又は上に論じられた閾値ステップ100が、2次元バーコード領域を暗過ぎる又は明る過ぎるようになるかもしれないので、コア領域密度が若干変化して、0.5よりいくらか低い又は高いレベルになることがあり得る。したがってコア領域密度の値は0.5の近辺の既定の範囲内であっても良い。

【0044】加えて、もし、復号化されるべき2次元バ

ーコードが境界を含むならば、コア領域密度の値の閾値と範囲とは、黒境界によって存在する、余分な黒いピクセルを受け入れることに応じて、調節されねばならない(例えば、もし黒境界が存在しない場合に閾値が0.5で範囲が0.45から0.55であるならば、黒境界が存在する場合には閾値が0.55で範囲が0.50から0.60であって良い)。もし、コア領域が、2次元バーコードの存在を示すコア領域密度を有すると見出されるならば、試験は続行し、そうでなければ、スライド窓がその次の位置に移動されて、コア領域密度を見積もる。

【0045】各位置における第2の試験として、スライド窓300の単調な領域320内の領域の単調な領域密度(Quiet Region Density)が見積もられて、それが既定の範囲内に入るかを判定する。単調な領域密度は、スライド窓300の単調な領域320内部のピクセルの総数に対する黒いピクセルの数の比率として、定義される。図4に示されるように、単調な区域200は理想的には黒いピクセルを含まず、したがって、単調な区域200内にいかなるノイズ(すなわち黒いピクセル)をも有しない、完璧に走査された2次元バーコードは、ゼロの単調な領域密度の値を生ずるであろう。何らかの斑点ノイズや単一の描線ノイズを受け入れるために、ゼロよりいくらか大きい最大密度値が許容値として事前に選択される。スライド窓300の単調な領域320内の画像の部分に対する単調な領域密度の値が見積もられ、もし、事前に選択された値より小さいか又はこれと等しいことが見い出されるならば、試験は続行し、そうでなければ、スライド窓がその次の位置に移動されて、コア領域密度を見積もる。

【0046】最後の試験として、走査窓内の画像領域が、コア領域密度及び単調な領域密度の双方の許容範囲内に入る場合には、刈り取り試験がさらに実行されて、各領域の有効性をチェックする。本発明の刈り取りステップは、2次元バーコードのビットが一樣に分布するという事実に基づいて、20×20ビットの配列において、いかなる黒ビットをも含まないロウやコラムは、候補領域内に存在しないであろう。刈り取りは中央から外部に向かって為される。候補領域の中央から出発して、各画像ロウが、中央から候補領域の頂へと、黒いピクセルを含まないロウに到達するまで、連続して走査され、これが2次元バーコードの頂の端であると見なされる。ロウ走査が、中央から下方に向かって候補領域の底へと、それからコラム走査が、中央から候補領域の最も左のコラムへと、及び最後に中央から候補領域の最も右のコラムへと、続行して、走査過程はさらに3回繰り返される。単一のロウが2次元バーコードの端を示す代わりに、2次元バーコードのそれぞれの境界が、走査過程からの走査線ノイズ、又は明るすぎる画像に適合するため、黒を含まない既定の連続する数のロウ又はコ

ラムの存在によって、示されることができる。

【0047】候補領域が刈り取られた後に、新たな領域のサイズが、2次元バーコードの予期されるサイズに対してチェックされる。もし著しく異なるサイズが見出されれば、候補領域が2次元バーコード領域でないことを示しており、スライド窓がその次の位置に移動され、コア領域密度を見積もる。刈り取り過程の後にサイズをチェックすることは、最初の2つの試験によって誤って検知され得る幾つかの領域を除去する上で、有効である。例えば、それが2次元バーコード内の各ビットのサイズに類似するサイズを有するフォントを含み、ある行間隔 (line spacing) と文字間隔 (character spacing) とを有するところの、テキスト領域が、密度試験を通過することもあり得る。しかし、テキスト領域を刈り取ることは、通常、単一の連結された要素領域、即ち1つの文字に達し、これは、2次元バーコードに対して予期されるものから著しく異なるサイズを有する。

【0048】一旦、候補領域が3つ全ての試験に適合することが見出されれば、それは有効な候補領域と見なされる。スライド窓の画像内の現在の場所が記録され、完全な解像度の画像にマップされ、かつ、対応する領域が更なる処理のための候補領域として抽出される。もし、スライド窓内の2次元バーコードが比較的大きなスキュー角度を有するならば、その隅がスライド窓300のコア領域310の境界の外側に残されるかもしれない。2次元バーコード全体が抽出されることを保証するため、完全な解像度の画像から候補領域を抽出する際に、コア領域310のサイズを若干拡大することによって、隅は、回復されることが出来る。窓のサイズの拡大の理由により、抽出された領域内に生成されるいかなるノイズも、刈り取りステップ110で、場所検知ステップ104に関して上に記載したのと同じ、裏返し (inside out) の刈り取り手順を使用して、除去されることが出来る。

【0049】スキューした2次元バーコードを刈り取ることは、容易にその隅に損傷を与え得るのに対して、正しくスキュー修正した2次元バーコードを刈り取ることは、その隅を維持するだろうから、'280及び'189出願に記載される場所検知方法とは異なり、本発明の方法は、スキュー修正の前には、場所検知された候補領域を刈り取らない。

【0050】'280出願のスキュー見積もり方法は、スキュー角度を計算するため、2次元バーコードの上左及び下左の隅にある2つのアンカービットの場所に依拠している。その中でさらに論じられたように、隅を場所検知するためにテンプレートが使用されており、この方法は、スキュー角度が比較的大きく、約5度のスキューより大きい場合には、失敗する。加えて、2次元バーコードの隅は、しばしばノイズによって形を損じられ、そ

の結果、'280出願の方法によって見積もられるスキュー角度として、不正確な値となる。

【0051】これらの欠点を解決するために、'189出願は、ハウ変換ベースのスキュー見積もり技法を開示した。ハウ変換は、画像内の、直線のような幾何学的特徴を検知するために使用され得るパラメータ変換 (parametric transformation) である。'189出願の方法は、垂直の黒白マスクを画像全体を横切って使用することにより、すべての水平の端のピクセルを抽出する。それから、ハウ変換が、すべての同定された水平の端のピクセルに対し実行されて、2次元バーコードのスキュー角度を表す、最長の端の線の角度を計算する。この方法は、かなりの量の処理時間を必要とする、というのは、各々の端のピクセルを検知するため、垂直のマスクを画像全体を横切って移動させることが、各画像ピクセルに複数回アクセスする (実際のアクセス回数はマスクのサイズに依存する) ことを伴うからであり、また、ハウ変換法が、最長の端の線の角度を判定するために、全ての端のピクセルに関して、0.5度の増分で広く多様な、ありうる角度を試験するからである。

【0052】加えて、ハウ変換によって判定される角度が、最大数のピクセルを含む線の角度に対応するので、描線ノイズが2次元バーコードを横切って存在する場合には、スキュー角度が正確には判定されないであろう。これは、線ノイズが全ての端の線の間で支配的な線であり、スキュー見積もり手順をして線ノイズに対応する角度を計算せしめるであろうからである。描線の効果が図9Aに例示されているが、ここで、線400が2次元バーコード410の底に沿って描かれている。水平の端の画像420の中の支配的な線430が支配的な線であるため、'189出願のスキュー角度見積もり方法は、スキュー角度を0.5度であると不正確に計算するであろう。

【0053】本発明のスキュー見積もり方法も、また、ハウ変換法に基づくが、この方法をより实际的で信頼性のあるものにする、2つの重要な変更を伴っている。第1に、'189出願において使用された垂直のマスクに代わって、有限状態認識器が使用され、単一の通過で2次元バーコードの端のピクセルを検知する。候補領域内の黒白及び白黒の遷移は、論理的ロウ及びコラムにある端と関係しているので、図8にダイアグラムの形式で示される、このための (attributed) 有限状態認識器によって、指定された数の連続する黒いピクセルの後に指定された数の連続する白いピクセルが続くことによって (又はこの逆)、有効な遷移は、判定される。この方法は、各画像ピクセルに1度だけアクセスし、水平又は垂直の端のいずれか又は双方を検知するために使用され得るから、この方法はより効率的である。加えて、有限状態認識器は、2次元バーコードがどのような



アンカービットをも含むことも、必要とせず、本発明のスキュー見積もり方法を、走査された2次元バーコードのどの隅に若干の変形がある場合にも、より強固 (robust) にする。

【0054】特に、有限状態認識器は、順次に各ロウ (又はコラム) にある各ピクセルを検査して垂直 (又は水平) の端を発見する。端の遷移子 (transistor) は、第1の色の少なくともN個のピクセルの第1の連続の後に続く、反対色の少なくともN個のピクセルの第2の連続によって、定義される。端の遷移を引き起こす黒いピクセルの位置が、端の場所として使用される。したがって、例えば、4個の連続する白いピクセルと、後に続く4個の連続する黒いピクセルと、更に続く3個の連続する白いピクセルと、からなるロウにおいて、N=4の場合には、ロウの5番目のピクセルのみが、端の遷移として指定されるであろう。しかし、同じ例においてもしN=3であれば、5番目及び8番目のピクセルが、端の遷移 (端) として指定されるであろう。

【0055】次に状態ダイアグラム図8を参照すれば、Nが3に等しいかこれより大きい場合に動作する、条件

つき状態機械 (conditional state machine) である、有限状態認識器が示されている。図8において、「B」及び「W」の名称は、処理されているロウ又はコラムの内の特定の位置にあるピクセルの色 (すなわち黒 (black) 又は白 (white)) を指す。したがって初期状態500では、もし、第1のピクセルの色が黒であれば、処理が状態500から状態501に移動する。もし、第1のピクセルの色が白であれば、処理はそれに代わって状態500から状態502に移動する。処理されている特定のロウ又はコラムの終了を示す特別のしるし (character) が到達されるまで、以下で更に論じられるように、処理が状態機械を通して継続し、特別のしるしのところで、次のロウ又はコラムが初期状態500から処理される。状態500の先の各状態で、位置インデックスIが増分されて、特定のロウ又はコラム内の検査されているピクセルの位置を追跡する。加えて、表1に示され、以下で更に記載されるように、他の、ある演算 (operations) が種々の状態で実行される。

【0056】

表1

| 状態                | 演算                     |
|-------------------|------------------------|
| 501, 502          | #pixels=2              |
| 503-506, 509, 510 | #pixels=#pixels+1      |
| 507               | #pixels=2              |
|                   | edge_candidate=I-1     |
| 508               | #pixels=2              |
|                   | edge_candidate=I       |
| 511, 512          | #pixels=#pixels+1      |
|                   | (edge_candidate) を保存する |

【0057】状態501では、もし次のピクセルの色が黒であれば、処理は状態503に移動するが、これに対して、もし次のピクセルの色が白であれば、処理は状態502に移動する。同様に、状態502では、もし次のピクセルの色が白であれば、処理は状態504に移動するが、これに対して、もし次のピクセルの色が黒であれば、処理は状態501に移動する。表1に示されるように、状態501及び502では遭遇した連続するピクセルの数は2に設定される (なぜなら、状態501においては2個の連続の黒いピクセル、そして状態502においては2個の連続の白いピクセルであるから)。状態501から、もし次のピクセルが黒であれば、処理は状態503へ移動し、もし次のピクセルが白であれば、状態502へ移動する。状態503では、引き続き遭遇する各ピクセルが黒であって、かつ、ピクセルの個数がN未満である限り、処理は状態503で継続する。状態5

03が通過される (is passed) 度ごとに、ピクセル計数すなわち表1の#pixelsが増分される。N番めの連続する黒いピクセルが到達された場合に、処理が状態505へ移動する。もしN個の連続する黒いピクセル以前に白いピクセルが遭遇されるならば、処理が状態502へ移動する。一連の白いピクセルが最初に遭遇された場合には、類似の仕方 (in an analogous manner)、反転したピクセルの色で、処理が状態502、504及び506を通過して移動する。

【0058】状態505では、連続する黒いピクセルの各々に対して、処理は状態505で継続し、各通過 (each pass) に対してピクセル計数が増分されて、実際においては、現在のシーケンス (連続) における最後の黒いピクセルを探す。状態505で白いピクセルが遭遇された場合には、処理が状態507に移動し、

そこでは、ピクセル計数が2に設定され、最後の黒いピクセルのインデックスが「edge\_candidate (端の候補)」として設定される。edge\_candidateは、N個又はそれ以上の連続する黒いピクセルの連続における、最後の黒いピクセルである。状態507では、ピクセル計数が2に再び設定される (is reset)。もしステップ507で遭遇されるピクセルが黒であれば、処理が状態501に戻って黒いピクセルを計数し始め、必要条件、すなわち少なくともN個の連続する黒いピクセルの後に続いて少なくともN個の連続する白いピクセル、が満たされなかったから、実際においては、edge\_candidateを放棄する。もし状態507で遭遇されるピクセルが白であれば、処理が状態509に移動し、そこではピクセル計数が増分される。白いピクセルが遭遇され、かつ、ピクセル計数がN未満である限り、処理は状態509で継続する。

【0059】もし、N番めの白いピクセルが到達される前の任意の時点で、黒いピクセルが遭遇されるならば、処理は状態501に戻り、少なくともN個の連続する白いピクセルという必要条件が、到達されていないから、edge\_candidateを放棄する。もしN番めの連続する白いピクセルが到達されると、処理が状態511に移動し、そこではedge\_candidateが記憶され、ピクセル計数が増分される。状態502、506及び506に関して上に述べたように、状態508、510及び512を通る処理は、状態507、509及び511に関して上で論じられたものと類似であり、ピクセルの色が反転している。唯一の例外は、状態508のedge\_candidateがその時点のピクセルのインデックスに設定されるが、他方で、状態507のedge\_candidateが、黒いピクセルのみが端として指定され得るから、表1に示されるように、その前の時点のピクセルのインデックスに設定される、ということである。

【0060】もし状態511で黒いピクセルが次に遭遇されるならば、処理は状態508に移動し、少なくともN個の連続する白いピクセルが遭遇されてきているから (黒いピクセルのみが端となり得る)、その黒いピクセルがedge\_candidateとして設定される。状態508の後に、状態509及び511で生じた処理と類似の仕方で、処理が状態510及び512を通過して継続し、N個の連続する黒いピクセルが、少なくともN個の連続する白いピクセルの後に続くかを判定し、もしそうであれば、edge\_candidateがステップ512における端として記憶される。もし状態511で白いピクセルが遭遇されれば、処理が状態506に移動して現在の連続における最後の白いピクセルを探し、それから、一旦最後の白いピクセルが場所検知されると、状態508に移動して、少なくともN個の黒いピクセルの連続が後に続くかを判定する。状態512から状態50

5、507、509及び511を通る処理に関して、類似のステップが生ずる。

【0061】端の検知過程が、ロウ又はコラムの終了を示す特別のしるしが到達されるまで、N個の連続する黒い (又は白い) ピクセルと、その後のN個の連続する第2の色の白い (又は黒い) ピクセルを探しながら、ピクセルのロウ又はコラムを通して継続する。N個の連続する白い (又は黒い) ピクセルが後に続く、N個の連続する黒い (又は白い) ピクセルが見出された各点で、2つの連続の間の境界の黒いピクセルが、端として設定される。

【0062】一旦、端のピクセル (水平又は垂直のいずれか一方、又は水平及び垂直の両方) が、有限状態認識器によって検知されれば、それらは、'189出願に記載されるものと同一の過程を使用して、ハウ領域 (Hough domain) にマップされる。

【0063】有限状態認識器は、スキュー見積もりステップの処理速度を改善するが、しかし線ノイズの衝撃には影響を及ぼさない。図9Aに示されるように、バーコード410を通過する線400が描かれる場合には、それは、端の画像420内で支配的な端の線430となり、そして線がバーコード自身の水平の (又は、垂直端が検知される場合には、垂直の) 軸に平行に描かれていない場合には、スキュー角度に関する不正確な結果を生ずるであろう。図9Aの線430は、スキュー角度が0.5度と不正確に見積もられる原因となる。2次元バーコードのスキュー角度の見積もりにおいて、任意に描かれたこのような線の衝撃を減らすために、本発明の方法は、有限状態認識器によって作成された水平の端の画像を多数の領域に分割する。スキュー角度が各領域について判定され、投票のやり方 (voting scheme) が使用されて、実際のスキューを、最も表わしていそうなスキュー角度を判定する。

【0064】好適な方法では、水平の端の画像が、図9Bの水平の端の画像420の上領域440、中間領域450、及び下領域460のような、3つの領域に分割される。スキュー角度が各領域に関して判定され、つまり、上領域440及び中間領域450については5度であり、下領域については0.5度であり (描線400に起因する端の線430による)、そして、中央値、すなわち5度が、好ましくは実際のスキュー角度見積もりとして選択される。技術において相応に熟練する者ははっきりと理解するであろうように、投票のやり方を実施するための、多数の方法が存在する。

【0065】本発明においては、処理速度の表現で、中央値が最も少ない諸々の手間 (overhead) を提供するから、中央値が使用される。スキュー角度を判定する他の方法 (複数) は、最も頻繁に発生するスキュー角度を使用すること (すなわち多数決)、又はもっと複雑な加重技法 (すなわち加重投票) を含む。スキュー見

積りに影響を与える線ノイズが存在する場合に、図9Bにおいて線400によって例証したように、それは多分単一の領域のみに影響するだろうから、この多領域のスキュー見積りのやり方は、先行技術の方法より、任意の線ノイズに対して強固である。もし1以上の領域を横切る線ノイズが存在するとすれば、それは、水平の端の画像の端のピクセルに関して、比較的大きな角度をしているに違いなく、スキュー角度見積りに影響を与える支配的な線ではないであろう。技術において相応に熟練する者ははっきりと理解するであろうように、水平及び垂直の端の双方の検知に基づいて、端の画像が水平及び垂直の双方の領域に分割されて、投票のやり方のひとつによって、試験されても良い。

【0066】上で論じられたように、端ピクセルを場所検知するために有限状態認識器を使用しその後ハウ変換ベースのスキュー見積りステップを続けることは、本発明の方法が、2次元バーコードのアンカービットの必要性を除去することを許し、このことが、2次元バーコードの隅の変形の影響を減らす。加えて、多領域の投票のやり方が、本発明のスキュー見積り方法の、背景ノイズ、特に描線に対する免疫性を更に増加させる。

【0067】一旦、スキュー角度が見積もられれば、図5のステップ108に関して上でさらに論じられ、また189出願に、より詳細に説明されているように、より小さなレベルのスキューに対しては、せん断回転法を用い、より大きなレベルのスキューに対しては、代替として三角法の方法を使用して、候補領域がスキュー修正される。スキュー角度を修正した後、2次元バーコードの境界が、オプションとして図5の刈り取りステップ110によって判定されるが、これは、スキュー修正が既に行なわれており、何らかの有効ビットが切り落とされることはありそうにないから、よりきつい(tighter)閾値が使用されて2次元バーコードの候補領域の有効性をチェックするが、場所検知ステップ104に関して上に記載したものと同一、裏返しの方法を使用する。一旦、候補領域が刈り取られれば、その寸法が、2次元バーコードの予期される寸法と比較される。もし寸法が大きく異なれば、2次元バーコードは候補領域に存在せず、図5に示されるように、処理が場所検知ステップ104に戻る。寸法が、2次元バーコードのサイズに近い範囲内に入れば、処理が読取りステップ112に進む。

【0068】この時点で、走査された2次元バーコードが場所検知され、スキュー修正され、しっかりと刈り取りされている。次のステップはデータビットを読み出すことであるが、これは、2次元バーコードを、各ビットが黒又は白のピクセルの集まりとして表示されている画像領域から、論理値の、好適な実施例においては20×20ビットの配列に、変換する。2次元バーコード記号等による表示はクロック不要なので、読取り過程を方向

づける助けとなる既定の参照パターンがないことに注意せよ。しかし、2次元バーコードの論理サイズは、事前に知られており、例えば、好適な実施例においては、各辺に20ビットある正方形である。

【0069】さらに、マークの中のビットは、符号化過程の間に疑似ランダム化されている(are pseudo-randomized)ので、ピクセルのどの特定のロウ又はコラムも、論理的ロウ及びコラムの端近くでは、黒白及び白黒の遷移のより高い分布を示し、中央近くでは、より低い分布を示すであろう。この過程は1280出願において十分に記載されている。一旦、水平及び垂直の中心線が1280出願に記載される過程により確立されれば、各水平及び垂直の中心線の交点にあるピクセル値を記録することにより(例えば、各「白」ピクセル値=「0」、各「黒」ピクセル値=「1」と設定する)、2次元バーコードからビットが読取られる。

189出願は、図18A-18Dに関して、2次元バーコードからビットを読み出すための改良されたクロック方法を記載するのであるが、これは、4つの可能な方向のおおのにビットを読取り、それによってデータを表す4つの異なる配列を作成し、そして、図3のECCステップ37が最小の誤り個数を有することを示す出力の、配列を選択することによって、誤り率を下げる。ここで再び、例えばECCによって判定されて、もし読取りステップが失敗するならば、図5に示すように、処理が場所検知ステップ104に戻ることができる。

【0070】本発明が、好適な実施例とその多様な観点とを参照しながら、特に示され記載されてきたものではあるが、発明の趣旨と範囲とから離れることなく、多様な変更と修正とが為され得ることが、技術における通常の熟練の者には理解されるであろう。添付された請求の範囲が、この中に記載された実施例、上述の代替、及びすべてのその等価物を含むものと解釈されることが、意図される。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1A】図1Aは、印刷テキストのページ上に印刷された1280出願の2次元バーコードを模式的に例示する図であり、

【図1B】図1Bは、1280出願の2次元バーコードの例を示す。

【図2】図2は、本発明による2次元バーコードの例を示す。

【図3】図3は、本発明による印刷媒体上に情報を符号化し復号化するためのステップを示すフローチャートである。

【図4】図4は、バーコードの周りに設けられた単調な区域を有する、複雑な背景を有する印刷媒体上に印刷された2次元バーコードを示す。

【図5】図5は、本発明による、2次元バーコードをいかに読取るかを記載するフローチャートである。

【図6】図6は、本発明の場所検知方法の一部として用いられる、スライド窓の配置を示す。

【図7 A】図7 A、7 B及び7 Cは、本発明の場所検知方法の一部として用いられる、探索パターンの3つの代替的な実施例を示す。

【図7 B】図7 A、7 B及び7 Cは、本発明の場所検知方法の一部として用いられる、探索パターンの3つの代替的な実施例を示す。

【図7 C】図7 A、7 B及び7 Cは、本発明の場所検知方法の一部として用いられる、探索パターンの3つの代替的な実施例を示す。

【図8】図8は、本発明のスキュー見積り方法において、端ピクセルを検知するために使用される有限状態認識器の図である。

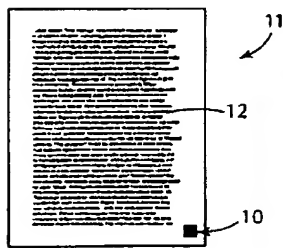
【図9 A】図9 Aは、端の画像内での単一の線だけの使用に基づくスキュー角度見積りの先行技術の方法の図であり、

【図9 B】図9 Bは、本発明のスキュー角度見積りの方法の一部として用いられる投票のやり方の方法の図である。

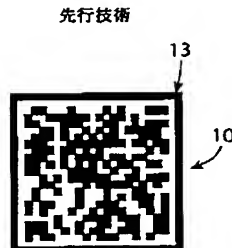
#### 【符号の説明】

- 10    2次元バーコード
- 11    印刷ページ
- 12    印刷テキスト
- 13    境界
- 20    2次元バーコード
- 21    コーナービット
- 23    黒又は白のピクセル
- 200   単調な区域
- 210   2次元バーコード
- 220   背景
- 300   スライド窓
- 310   コア領域
- 320   単調な領域

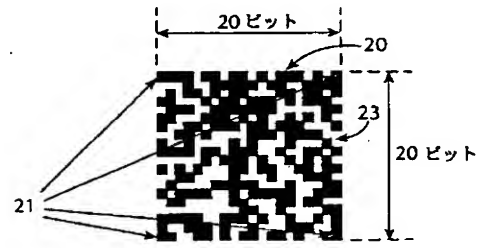
【図1 A】



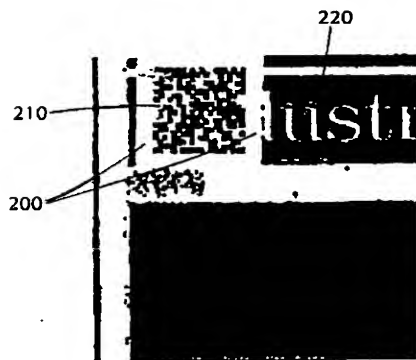
【図1 B】



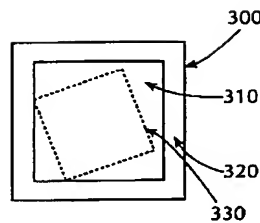
【図2】



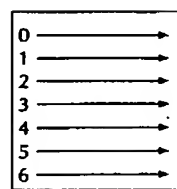
【図4】



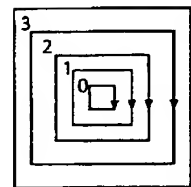
【図6】



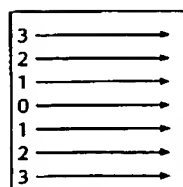
【図7 A】



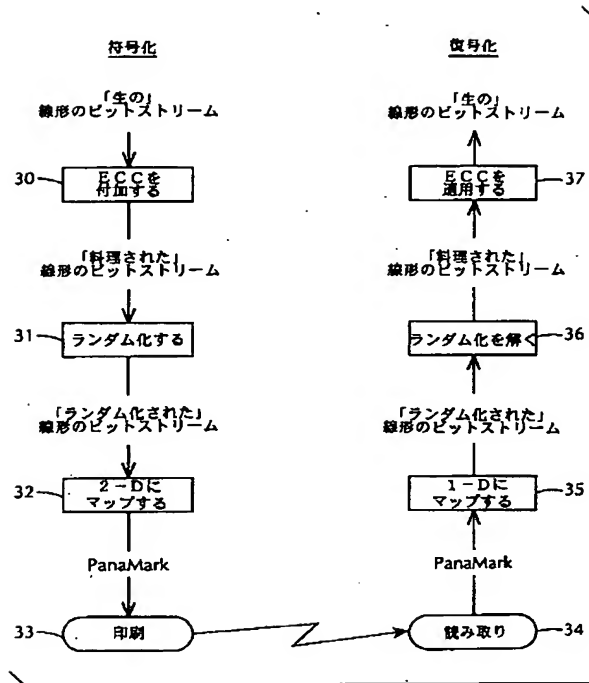
【図7 B】



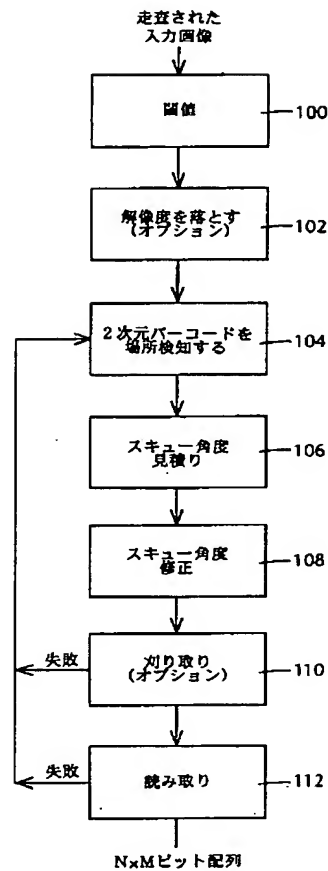
【図7 C】



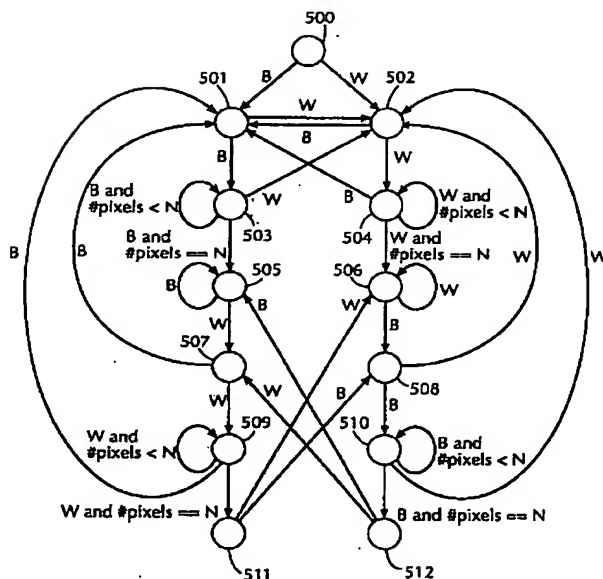
【図3】



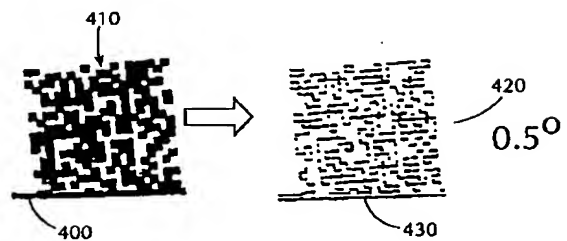
【図5】



【図8】



【図9A】



【図9B】

